

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU MIEJSKIEGO PRZEDSZKOLA NR 2**

**ul. Boya – Żeleńskiego 6**

**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
	Gmina Miasto Zgierz		1981
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	pl.	Jana Pawła II nr 16	1.4 Adres budynku
	ul.		ul. Boya - Żeleńskiego nr bud. 6
	kod	95-100 miejscowość Zgierz	kod 95-100 miejscowość Zgierz
	tel.	- fax -	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>Bllososylke</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 (Zlecniodawcy) ..... 5			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku ..... 6			
5. Ocena stanu technicznego budynku ..... 7			
5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku. .... 7			
5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania. .... 8			
5.3 Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u. .... 9			
5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji. .... 9			
6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego. .... 9			
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ..... 9			
7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło ..... 10			
7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez przegrody zewnętrzne. .... 10			
7.3 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji. .... 17			
7.4 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne. .... 21			
7.5 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku. .... 21			
7.6 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego. .... 22			
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ..... 25			
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji. .... 27			
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych ..... 30			
ZAŁĄCZNIKI ..... 31			
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła. .... 31			
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją ..... 32			
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji ..... 34			
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację ..... 36			
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego. .... 36			
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła. .... 36			
Z-7 Projektowana strata ciepła. .... 37			
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego ..... 38			
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu. .... 39			
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009. .... 40			
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009. .... 41			
Z-12 Sprawności systemu grzewczego. .... 42			
Z-13 Ciepła woda użytkowa. .... 43			
Z-14 Oświetlenie wewnętrzne. .... 44			
Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej ..... 46			
Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego ..... 47			
Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące ..... 48			



## 2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Mieszana	Mieszana
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	3 945	3 945
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	912	912
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	912	912
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	178	178
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]	0,510	0,510
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>			
1	Ściany zewnętrzne	1,284	0,221
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,540	0,175
3	Strop nad piwnicą	-	-
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,375	0,364
5	Okna, drzwi balkonowe	5,100	1,100
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 [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95

<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>					
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	
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>					
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)		naturalna	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		okna /kanały	okna /kanały	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	[m <sup>3</sup> /h]	2 736	2 736	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,87	0,87	
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	96,35	54,99	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	20,20	20,20	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	658,12	338,34	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	978,33	376,28	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	51,14	51,14	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	1 076,16	-	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	56,25	-	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku ( bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	200,45	103,05	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	297,98	114,61	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	59,21	59,21	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	10 995,78	10 995,78	
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej	[zł/m <sup>3</sup> ]	27,59	27,59	
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)]	6,46	2,70	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>					
Planowana kwota kredytu <sup>1)</sup>	[zł]	674 496,77	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	58,48
Planowane koszty całkowite <sup>2)</sup>	[zł]	674 496,77	Premia termomodernizacyjna	[zł]	82 220,18
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	41 110,09			

<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 2 w Zgierzu, ul. Boya – Żeleńskiego 6 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 ciepłe 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 Wytoczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy) .**

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



#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Dane identyfikujące budynku			
Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	1981
Adres budynku	ul. Boya – Żeleńskiego 6, 95 – 100 Zgierz	Właściciel	Gmina Miasto Zgierz, pl. Jana Pawła II 16, 95 – 100 Zgierz
4.2 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Mieszana		
Liczba kondygnacji	podziemnych	nadziemnych	
	0	2	
Rodzaj dachu	Stropodach kryty papą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	3 945	0	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	912	0	
Współczynnik kształtu	0,510		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,0	-	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	178	-	
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>Stropodach wentylowany</b>		593,29	0,540
<b>Stropodach pełny</b>		10,54	0,517
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>		488,14	1,284
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-2] (ocieplona)</b>		112,99	0,265
<b>Okna</b>	S	116,43	1,500
	SW	0,00	1,500
	W	4,95	1,500
	NW	0,00	1,500
	N	95,17	1,500
	NE	0,00	1,500
	E	3,68	1,500
	SE	0,00	1,500

Przegroda	Polozenie	Pow. netto	U
		[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Okna stare</b>	S	0,00	5,100
	SW	0,00	5,100
	W	7,35	5,100
	NW	0,00	5,100
	N	12,90	5,100
	NE	0,00	5,100
	E	7,35	5,100
	SE	0,00	5,100
<b>Drzwi wejściowe drewniane</b>		4,04	2,000
<b>Drzwi wejściowe</b>		2,02	1,700
<b>Podłoga na gruncie</b>		593,29	0,375

## 5. Ocena stanu technicznego budynku

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

W opracowaniu analizie poddano budynek Miejskiego Przedszkola Nr 2, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Boya – Żeleńskiego 6. Budynek wybudowany w 1981 roku, jest niepodpiwniczony wykonany w technologii mieszanej. Ściany zewnętrzne wykonane z płyty kanałowej i bloczków gazobetonowych grubości 36 cm, częściowo ocieplone styropianem grubości 12 cm. Nad budynkiem zastosowano stropodach wentylowany, wykonany z płyt korytkowych na ściankach ażurowych, kryty papą termozgrzewalną, ocieplony wełną mineralną grubości 7 cm. Nad wejściem zastosowano stropodach pełny, kryty papą termozgrzewalną, ocieplony wełną mineralną grubości 7 cm. W budynku zastosowano stropy typu „płyta Żerańska”. Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry. Zastrzeżenia budzi izolacyjność termiczna przegród zewnętrznych.

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

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



- dla podłogi na gruncie	- 0,30 W/m <sup>2</sup> K.
Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych analizowanego budynku wynoszą:	
- stropodachy	- 0,517; 0,540 W/m <sup>2</sup> K,
- ściany zewnętrzne	- 0,265; 1,284 W/m <sup>2</sup> K,
- podłoga na gruncie	- 0,375 W/m <sup>2</sup> K

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

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

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	-1,75 W/m <sup>2</sup> K

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

W budynku zastosowano drzwi wejściowe drewniane o współczynniku przenikania ciepła 2,0 W/(m<sup>2</sup>K) i PCV o współczynniku przenikania ciepła 1,7 W/(m<sup>2</sup>K), 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 i jest w dobrym stanie technicznym, po wymianie w 2009 r.

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

w opracowaniu zostanie przeanalizowana jej wymiana oraz montaż nowych grzejników z zaworami z głowicami termostatycznymi.

### **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. 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, z wyjątkiem pomieszczeń zmywalni na parterze budynku, w których występuje niedostateczna wymiana powietrza oraz zawilgocenie ścian.

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

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

- ocieplenie stropodachu wentylowanego,
- ocieplenie stropodachu pełnego,
- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- wymianę i częściowe zamurowanie okien stalowych w wiatrołapie,
- wymianę instalacji centralnego ogrzewania wraz z montażem nowych grzejników i z głowicami termostatycznymi.
- montaż Systemu Zarządzania Energią,

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

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



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

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

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

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

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

gdzie:

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

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

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

gdzie:

- $x_0, x_1$  - udział  $n$ -tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $Q_{0z}, Q_{1z}$  - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, GJ/rok,

$O_{0z}, O_{1z}$  - opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla  $n$ -tego źródła, odpowiadająca:

dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za ciepło i zmiennej opłacie za usługi przesyłowe, zł/GJ,

dla energii elektrycznej - sumie stawek za energię czynną, systemową opłatę przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej przeliczonej na zł/GJ,

dla gazu - stawce opłaty zmiennej na przesłane paliwo 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,

$q_{0u}, q_{1u}$  - zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,

$O_{0m}, O_{1m}$  - opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla  $n$ -tego źródła, odpowiadająca:

dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za zamówioną moc cieplną i opłacie stałej za usługi przesyłowe, zł/(MW\*miesiąc),

dla gazu - składnikowi stałemu wyznaczonemu na jednostkę mocy umownej w miesięcznym okresie rozliczeniowym przeliczonemu na zł/(MW\*miesiąc),

dla energii elektrycznej - składnikowi stałemu stawki sieciowej zł/(kW\*miesiąc), przeliczonemu na zł/(MW\*miesiąc),

dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem -składnikowi miesięcznych kosztów stałych, określonych zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych, odniesionych do mocy źródła, zł/(MW\*miesiąc),

$Ab_0, Ab_1$  - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, zł.

Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie ciepła  $Q_{0u}, Q_{1u}$ , oblicza się 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,  $W/(m^2 \cdot K)$ , 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,  $m^2$ ,
- $S_d$  - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4), dzień $\cdot$ K/rok,

Liczbę liczby stopniodni  $S_d$  oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

- $t_{wo}$  - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi,  $^{\circ}C$ ,
- $t_e(m)$  - średnia wieloletnia temperatura miesiąca  $m$ , przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi dla danej lokalizacji, a w przypadku stropów nad nieogrzewanymi piwnicami lub pod nieogrzewanymi poddaszami - temperatura wynikająca z obliczeń bilansu cieplnego budynku,  $^{\circ}C$ ,
- $L_d(m)$  - 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.

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

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

gdzie:

- $t_{wo}$  - jak we wzorze (4),
- $t_{zo}$  - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych,  $^{\circ}C$
- $A$  - jak we wzorze (3),
- $U_c$  - jak we wzorze (3),

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

Miesiąc	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
$T_e(m)$	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7
Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna, $T_{emin} = - 20,0^{\circ}C$									

Optymalizację grubości ocieplenia przegród zestawiono w tabelach poniżej:



### Usprawnienia dotyczące stropodachu wentylowanego

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu wentylowanego granulatem wełny mineralnej o optymalnej grubości

Pow. obliczeniowa = 593,29 [m<sup>2</sup>] R<sub>0</sub> = 1,852 [(m<sup>2</sup>\*K)/W]

Pow. ocieplenia = ok. 534 [m<sup>2</sup>]

Materiał: granulata U<sub>0</sub> = 0,540 [W/(m<sup>2</sup>\*K)]

$\lambda$  = 0,044 [W/(m\*K)]

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

Izolacja	$\Delta R$	R <sub>1</sub>	U	Q <sub>1</sub>	q <sub>1</sub>	Nu	$\Delta K_{ogrz}$	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	1,136	2,988	0,335	63,41	0,008	64 080,00	2 947,45	21,741
0,06	1,364	3,215	0,311	58,93	0,007	65 521,80	3 286,93	19,934
0,07	1,591	3,443	0,290	55,04	0,007	66 963,60	3 581,58	18,697
0,08	1,818	3,670	0,272	51,63	0,006	68 405,40	3 839,74	17,815
0,09	2,045	3,897	0,257	48,62	0,006	69 847,20	4 067,79	17,171
0,10	2,273	4,124	0,242	45,94	0,006	71 289,00	4 270,70	16,693
0,11	2,500	4,352	0,230	43,54	0,005	72 730,80	4 452,42	16,335
0,12	2,727	4,579	0,218	41,38	0,005	74 172,60	4 616,10	16,068
0,13	2,955	4,806	0,208	39,42	0,005	75 614,40	4 764,30	15,871
0,14	3,182	5,033	0,199	37,64	0,005	77 056,20	4 899,12	15,729
0,15	3,409	5,261	0,190	36,02	0,005	78 498,00	5 022,29	15,630
0,16	3,636	5,488	0,182	34,53	0,004	79 939,80	5 135,25	15,567
0,17	3,864	5,715	0,175	33,15	0,004	81 381,60	5 239,24	15,533
0,18	4,091	5,943	0,168	31,88	0,004	82 930,20	5 335,27	15,544
0,19	4,318	6,170	0,162	30,71	0,004	84 372,00	5 424,22	15,555
0,20	4,545	6,397	0,156	29,62	0,004	85 813,80	5 506,85	15,583
0,21	4,773	6,624	0,151	28,60	0,004	87 255,60	5 583,82	15,627
0,22	5,000	6,852	0,146	27,65	0,003	88 697,40	5 655,67	15,683
0,23	5,227	7,079	0,141	26,77	0,003	90 139,20	5 722,92	15,751
0,24	5,455	7,306	0,137	25,93	0,003	91 581,00	5 785,98	15,828
0,25	5,682	7,533	0,133	25,15	0,003	93 022,80	5 845,23	15,914

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 17 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U dla stropu nad najwyższą kondygnacją wynosi 0,18 W/m<sup>2</sup>K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 17 cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.



## Usprawnienia dotyczące stropodachu pełnego

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu pełnego styropapą o optymalnej grubości

Pow. obliczeniowa = 10,54 [m<sup>2</sup>] R<sub>0</sub> = 1,935 [(m<sup>2</sup>\*K)/W]

Pow. ocieplenia = ok. 11 [m<sup>2</sup>]

Materiał: styropian U<sub>0</sub> = 0,517 [W/(m<sup>2</sup>\*K)]

λ = 0,040 [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	1,250	3,185	0,314	1,06	0,000	1 896,30	51,69	36,689
0,06	1,500	3,435	0,291	0,98	0,000	1 950,03	57,51	33,909
0,07	1,750	3,685	0,271	0,91	0,000	2 003,76	62,54	32,039
0,08	2,000	3,935	0,254	0,86	0,000	2 057,49	66,93	30,739
0,09	2,250	4,185	0,239	0,80	0,000	2 111,21	70,80	29,818
0,10	2,500	4,435	0,225	0,76	0,000	2 164,94	74,24	29,163
0,11	2,750	4,685	0,213	0,72	0,000	2 218,67	77,30	28,702
0,12	3,000	4,935	0,203	0,68	0,000	2 272,40	80,06	28,385
0,13	3,250	5,185	0,193	0,65	0,000	2 326,13	82,55	28,180
0,14	3,500	5,435	0,184	0,62	0,000	2 379,86	84,81	28,062
0,15	3,750	5,685	0,176	0,59	0,000	2 433,59	86,87	28,015
0,16	4,000	5,935	0,168	0,57	0,000	2 487,31	88,76	28,024
0,17	4,250	6,185	0,162	0,54	0,000	2 541,04	90,49	28,080
0,18	4,500	6,435	0,155	0,52	0,000	2 594,77	92,09	28,176
0,19	4,750	6,685	0,150	0,50	0,000	2 648,50	93,57	28,304
0,20	5,000	6,935	0,144	0,49	0,000	2 702,23	94,95	28,460
0,21	5,250	7,185	0,139	0,47	0,000	2 755,96	96,23	28,640
0,22	5,500	7,435	0,134	0,45	0,000	2 809,68	97,42	28,841
0,23	5,750	7,685	0,130	0,44	0,000	2 863,41	98,53	29,060
0,24	6,000	7,935	0,126	0,42	0,000	2 917,14	99,58	29,295
0,25	6,250	8,185	0,122	0,41	0,000	2 970,87	100,56	29,543

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 15 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U dla stropu nad najwyższą kondygnacją wynosi 0,18 W/m<sup>2</sup>K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 15cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.



## Usprawnienia dotyczące ścian zewnętrznych budynku

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

$$\text{Pow. obliczeniowa} = 488,14 \quad [\text{m}^2] \qquad R_0 = 0,779 \quad [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$$

$$\text{Pow. ocieplenia} = \text{ok. } 651 \quad [\text{m}^2]$$

Materiał: styropian

$$U_0 = 1,284 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$$

$$\lambda = 0,040 \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$$

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

Izolacja	$\Delta R$	$R_1$	$U$	$Q_1$	$q_1$	Nu	$\Delta K_{\text{ogrz}}$	SPBT
[m]	$[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,250	2,029	0,493	76,85	0,010	234 360,00	9 343,06	25,084
0,06	1,500	2,279	0,439	68,42	0,009	235 336,50	9 981,61	23,577
0,07	1,750	2,529	0,395	61,65	0,008	236 508,30	10 493,89	22,538
0,08	2,000	2,779	0,360	56,11	0,007	237 875,40	10 913,99	21,795
0,09	2,250	3,029	0,330	51,47	0,006	239 437,80	11 264,74	21,256
0,10	2,500	3,279	0,305	47,55	0,006	241 195,50	11 562,00	20,861
0,11	2,750	3,529	0,283	44,18	0,006	243 148,50	11 817,13	20,576
0,12	3,000	3,779	0,265	41,26	0,005	245 296,80	12 038,51	20,376
0,13	3,250	4,029	0,248	38,70	0,005	247 640,40	12 232,41	20,245
0,14	3,500	4,279	0,234	36,44	0,005	250 179,30	12 403,66	20,170
0,15	3,750	4,529	0,221	34,42	0,004	252 913,50	12 555,99	20,143
0,16	4,000	4,779	0,209	32,62	0,004	255 843,00	12 692,39	20,157
0,17	4,250	5,029	0,199	31,00	0,004	258 967,80	12 815,23	20,208
0,18	4,500	5,279	0,189	29,53	0,004	262 287,90	12 926,43	20,291
0,19	4,750	5,529	0,181	28,20	0,004	265 803,30	13 027,57	20,403
0,20	5,000	5,779	0,173	26,98	0,003	269 514,00	13 119,96	20,542
0,21	5,250	6,029	0,166	25,86	0,003	273 420,00	13 204,69	20,706
0,22	5,500	6,279	0,159	24,83	0,003	277 521,30	13 282,67	20,893
0,23	5,750	6,529	0,153	23,88	0,003	281 817,90	13 354,68	21,103
0,24	6,000	6,779	0,148	23,00	0,003	286 309,80	13 421,38	21,332
0,25	6,250	7,029	0,142	22,18	0,003	290 997,00	13 483,33	21,582

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 15 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania  $U$  - dla ścian zewnętrznych wynosi 0,23  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 15 cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. W powierzchni i kosztach ocieplenia uwzględniono ocieplenie ścian poniżej gruntu do głębokości 1 m styroporem grubości 10 cm oraz ocieplenie ściany powstałej po zamurowaniu okien. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

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

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

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

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

gdzie:

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

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

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

gdzie:

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



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

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

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

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

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

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

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

gdzie:

$S_d$  - jak we wzorze (4),

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

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

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

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

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

gdzie:

$S_d$  - jak we wzorze (4),

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

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

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

gdzie:

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

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

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

gdzie:

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



- U - jak we wzorze (8),
- $V_{obl}$  - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków obliczeniowych dla instalacji ogrzewczych; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw, pomnożony przez współczynnik korekcyjny  $c_m$  zgodnie z tabelą 2,  $m^3/h$ ,

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

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

gdzie:

a - jak we wzorze (10),

l - jak we wzorze (10),

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

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

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu okien (o powierzchni około  $13,8 m^2$ ) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	$c_r$	$c_w$	Q	q	$\Delta O$	N	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	5,1	1,1	1,0	40,25	0,003	-	-	-
1	1,3	1,0	1,0	21,89	0,001	1 110,39	16 560,00	14,91
2	1,1	1,0	1,0	21,01	0,001	1 163,79	17 250,00	14,82
3	0,9	1,0	1,0	20,13	0,001	1 217,20	20 010,00	16,44

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących okien jest rozwiązanie drugie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,1 W/m^2K$ . Dlatego to rozwiązanie zostanie uwzględnione w dalszej analizie. 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	Wymiana okien	17 250,00	14,82
2	Ocieplenie stropodachu wentylowanego	81 381,60	15,53
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	252 913,50	20,14
4	Ocieplenie stropodachu pełnego	2 433,59	28,01

#### 7.5 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

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

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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Wymiana okien	17 250,00	14,82
2	Ocieplenie stropodachu wentylowanego	81 381,60	15,53
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	252 913,50	20,14
4	Ocieplenie stropodachu pełnego	2 433,59	28,01
	Ogółem	353 978,69	

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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Wymiana okien	17 250,00	14,82
2	Ocieplenie stropodachu wentylowanego	81 381,60	15,53
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	252 913,50	20,14
	Ogółem	351 545,10	



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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Wymiana okien	17 250,00	14,82
2	Ocieplenie stropodachu wentylowanego	81 381,60	15,53
	Ogółem	98 631,60	

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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Wymiana okien	17 250,00	14,82
	Ogółem	17 250,00	

#### 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:

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

gdzie:

- $N_{CO}$  – planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego, zł,
- $\Delta O_{rCO}$  – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii, zł/rok.

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

$$\Delta O_{rCO} = (x_0 * w_{i0} * w_{d0} * Q_{O0} * O_{0z} / \eta_0 - x_1 * w_{i1} * w_{d1} * Q_{O0} * O_{1z} / \eta_1) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), \text{ [zł/rok]} \quad (18)$$

gdzie:

- $x_0, x_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- $Q_{0CO}$  - sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą obliczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych wg tabeli 2 Rozporządzenia, GJ/rok,
- $\eta_0, \eta_1$  - całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po modernizacji obliczona wg wzoru (19),
- $w_{t0}, w_{t1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przyjęte na podstawie tabeli (4) Rozporządzenia,
- $w_{d0}, w_{d1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przyjęte na podstawie tabeli (5) Rozporządzenia,
- $O_{0z}, O_{1z}$  - jak we wzorze (2),
- $y_0, y_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu modernizacji,
- $q_{0m}, q_{1m}$  - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego budynku, określone zgodnie z Polską Normą lub projektu technicznego instalacji ogrzewania, MW,
- $Ab_0, Ab_1$  - jak we wzorze (2).

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

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

gdzie:

- $\eta_w$  – sprawność wytwarzania ciepła określona zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi kotłów grzewczych, wodnych, niskotemperaturowych, gazowych oraz kotłów grzewczych stalowych o mocy grzewczej do 50 kW lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,



- $\eta_p$  – sprawność przesyłania ciepła określana zgodnie z Polską Normą dotyczącą izolacji cieplnej rurociągów, armatury i urządzeń lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- $\eta_r$  – sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- $\eta_e$  – sprawność akumulacji ciepła przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej.

Jak wspomniano w części opisowej Audytu zarówno instalacja 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	0,0964	0,0964
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	658	658
3	Ogólna sprawność CO	-	0,6727	0,7688
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	978	732
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	57 926,92	43 336,39
8	Roczna opłata stała	zł/rok	12 719,92	12 719,92
9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło C.W.U	GJ/rok	27,62	27,62
10	Ogólna sprawność C.W.U	-	0,5400	0,5400
11	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CWU z uwzględnieniem sprawności	GJ/rok	51,14	51,14
12	Cena ciepła C.W.U	zł/GJ	79,01	79,01
13	Koszt ciepła CO	zł	70 646,84	56 056,31
14	Koszt ciepła CWU	zł	4 040,62	4 040,62
15	Koszt ciepła	zł	74 687,46	60 096,93
16	Oszczędność kosztów	zł		14 590,53
17	Koszt modernizacji	zł		320 518,08
18	SPBT	lat		21,97

<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	KOSZT	Q <sub>CO+CWU</sub>	KOSZT	GJ/rok	%	zł/rok
	MW	GJ/rok	-	-	MW	GJ/rok	zł/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	%	zł/rok
0	0,0964	658,12	0,6727	1	978,33	70 646,84	0,008	51,14	1 029	74 687,46	602	58,48	41 110,09
I+A	0,0550	338,34	0,7688	0,855	376,28	29 536,75	0,008	51,14	427	33 577,37	601	58,36	41 019,94
II+A	0,0551	339,44	0,7688	0,855	377,50	29 626,90	0,008	51,14	429	33 667,52	601	58,36	41 019,94
III+A	0,0827	552,52	0,7688	0,855	614,47	47 290,23	0,008	51,14	666	51 330,85	364	35,34	23 356,61
IV+A	0,0913	620,09	0,7688	0,855	689,62	52 883,11	0,008	51,14	741	56 923,73	289	28,04	17 763,73
A	0,0964	658,12	0,7688	0,855	731,91	56 056,31	0,008	51,14	783	60 096,93	246	23,94	14 590,53

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]	[zł]
1	I+A	674 496,77	41 110,09	58,48	0,00	0,00	674 496,77	100,00	134 899,35	107 919,48	82 220,18	
2	II+A	672 063,18	41 019,94	58,36	0,00	0,00	672 063,18	100,00	134 412,64	107 530,11	82 039,88	
3	III+A	419 149,68	23 356,61	35,34	0,00	0,00	419 149,68	100,00	83 829,94	67 063,95	46 713,22	
4	IV+A	337 768,08	17 763,73	28,04	0,00	0,00	337 768,08	100,00	67 553,62	54 042,89	35 527,46	
5	A	320 518,08	14 590,53	23,94	0,00	0,00	320 518,08	100,00	64 103,62	51 282,89	29 181,06	

<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 ścian zewnętrznych [SZ-1] (wraz ze ścianą powstałą po zamurowaniu okien stalowych) o powierzchni około 525 m<sup>2</sup> proponuje się wykonać płytami z wełny mineralnej lub ze styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda \leq 0,040$  W/m\*K, warstwą o grubości minimum 15 cm. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,221 W/m<sup>2</sup>\*K. Dodatkowo w kosztach przedsięwzięcia uwzględniono wykonanie izolacji przeciwwilgociowej na całej głębokości oraz ocieplenie ściany poniżej gruntu o powierzchni około 118 m<sup>2</sup> na głębokość jednego metra, styroporem lub styropianem XPS o grubości minimum 10 cm i współczynniku przewodzenia  $\lambda \leq 0,032$  W/m\*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: ocieplenie ościeży, wymianę parapetów zewnętrznych, rur spustowych, rynien, obróbki blacharskie, roboty ziemne, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

2. Ocieplenie stropodachu wentylowanego

Ocieplenie stropodachu o powierzchni około 534 m<sup>2</sup> należy wykonać poprzez wdmuchanie granulatu wełny mineralnej o grubości minimum 17 cm i współczynniku przewodzenia  $\lambda = 0,044$  W/m\*K. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,175 W/m<sup>2</sup>\*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: obróbki blacharskie, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.



### 3. Ocieplenie stropodachu pełnego

Ocieplenie stropodachu nad wejściem o powierzchni około 11 m<sup>2</sup> należy wykonać poprzez przyklejenie do istniejącego pokrycia dachowego styropapy o grubości minimum 15 cm i współczynnika przewodzenia  $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^*\text{K}$ . Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,176 W/m<sup>2</sup>\*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: obróbki blacharskie, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

4. Wymianę okien stalowych o powierzchni około 13,8 m<sup>2</sup> na okna o współczynniku przenikania  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  zgodnie z Aprobata Techniczną i z zaleceniami producenta. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np. demontaż i utylizacja starych futryn i okien, montaż i obróbka nowych okien ect. oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

### 5. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez:

- wymianę rurociągów oraz ich izolację w pomieszczeniach nieogrzewanych,
- wymianę istniejących grzejników na grzejniki płytowe (około 100 szt.),
- montaż zaworów z głowicami termostatycznymi (około 100 szt.),
- montaż zaworów podpionowych,
- montaż automatycznych odpowietrzników,
- montaż instalacji mieszania 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.

6. 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 umożliwić 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

1	Calkowity koszt robót szacuje się na	674 496,77 zł
2	Przewidywana premia termomodernizacyjna	82 220,18 zł
3	Efektem modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji	41 110,09 zł
4	Czas zwrotu nakładów SPBT	16,41 lat



*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%
Oplata 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
Oplata 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	0,540
	Gładź cementowa	1,5	0,015	1,000	0,015	
	Płytki korytkowa	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Pustka powietrzna	45,0				
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Wełna mineralna	7,0	0,07	0,050	1,400	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Strop kanałowy	24,0	0,24		0,180	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,0150	0,820	0,018	
	$R$				1,712	
	$R_{si}$				0,100	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				1,852	
<b>Stropodach pełny</b>	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,517
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Wełna mineralna	7,0	0,07	0,050	1,400	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Strop kanałowy	24,0	0,24		0,180	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,0150	0,820	0,018	
	$R$				1,795	
	$R_{si}$				0,100	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				1,935	
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>	Tynk cem.-wapienny	2,5	0,025	0,820	0,030	1,284
	Płyta kanałowa	24,0	0,240		0,238	
	Beton komórkowy	12,0	0,120	0,380	0,316	
	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	
	$R$				0,609	
	$R_{si}$				0,130	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				0,779	
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-2] (ocieplona)</b>	Tynk cem.-wapienny	2,5	0,025	0,820	0,030	0,265
	Płyta kanałowa	24,0	0,240		0,238	
	Beton komórkowy	12,0	0,120	0,380	0,316	
	Styropian	12,0	0,120	0,040	3,000	
	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	
	$R$				3,609	
	$R_{si}$				0,130	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				3,779	

Przegroda	Wyszczególnienie	$d_1$	$d$	$\lambda$	$R$	$U$
		[cm]	[m]	W/mK	$m^2K/W$	[ $W/m^2K$ ]
<b>Podłoga na gruncie</b>	Lastrico	2,0	0,020	0,720	0,028	0,375
	Gładź cementowa	2,0	0,02	1,05	0,019	
	Żwirobeton	15,0	0,15	1,000	0,150	
	Żużel paleniskowy	16,0	0,16	0,20	0,800	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,18	0,083	
	Szlichta cementowa	1,0	0,01	1,05	0,010	
	Gruzobeton	10,0	0,1	1,00	0,100	
	R				1,190	
	Opór zastępczy gruntu				1,474	
	$R_T$				2,664	
<b>Okna nowe</b>				$U_0$	Wsp.	$U$
				[ $W/m^2K$ ]	-	[ $W/m^2K$ ]
				1,500	1,0	1,500
<b>Okna stare</b>				5,100	1,0	5,100
<b>Drzwi wejściowe nowe</b>				1,700	1,0	1,700
<b>Drzwi wejściowe drewniane</b>				2,000	1,0	2,000



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

Przegroda	Wyszczególnienie	d <sub>1</sub>	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	[W/m <sup>2</sup> K]
Stropodach wentylowany	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,175
	Gładź cementowa	1,5	0,015	1,000	0,015	
	Płytki korytkowa	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Pustka powietrzna	45,0	0,450		0,000	
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Wełna mineralna	7,0	0,070	0,050	1,400	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Strop kanałowy	24,0	0,240	0,000	0,180	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	Wełna mineralna	17,0	0,170	0,044	3,864	
	R				5,575	
	Rsi				0,100	
	Rse				0,040	
	R <sub>T</sub>				5,715	
Stropodach pełny	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,176
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Wełna mineralna	7,0	0,070	0,050	1,400	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Strop kanałowy	24,0	0,240		0,180	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	1,000	0,018	
	Styropapa	15,0	0,150	0,040	3,750	
	R				5,545	
	Rsi				0,100	
	Rse				0,040	
	R <sub>T</sub>				5,685	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	Tynk cem.-wapienny	2,5	0,025	0,820	0,030	0,221
	Płyta kanałowa	24,0	0,24		0,238	
	Beton komórkowy	12,0	0,12	0,380	0,316	
	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	
	Styropian	15,0	0,15	0,040	3,750	
	R				4,359	
	Rsi				0,130	
	Rse				0,040	
	R <sub>T</sub>				4,529	
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	Tynk cem.-wapienny	2,5	0,025	0,820	0,030	0,265
	Płyta kanałowa	24,0	0,24		0,238	
	Beton komórkowy	12,0	0,12	0,380	0,316	
	Styropian	12,0	0,12	0,040	3,000	
	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,02	0,820	0,024	
	R				3,609	
	Rsi				0,130	
	Rse				0,040	
	R <sub>T</sub>				3,779	

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>Podłoga na gruncie</b>	Lastrico	2,0	0,020	0,720	0,028	0,364
	Gładź cementowa	2,0	0,02	1,050	0,019	
	Żwiroboton	15,0	0,15	1,000	0,150	
	Żużel paleniskowy	16,0	0,16	0,200	0,800	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Szlichta cementowa	1,0	0,01	1,050	0,010	
	Gruzobeton	10,0	0,1	1,000	0,100	
	R				1,190	
	Opór zastępczy gruntu				1,554	
	RT				2,744	
<b>Okna nowe</b>				$U_0$	Wsp.	$U$
				[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/m <sup>2</sup> K]
				1,5	1,000	1,500
<b>Okna wymienione</b>				1,1	1,000	1,100
<b>Drzwi wejściowe</b>				1,7	1,000	1,700
<b>Drzwi wejściowe</b>				2,0	1,000	2,000



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

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza	
		obecnie	docelowo
Kubatura wentylowana $V_{ve}$	[m <sup>3</sup> ]	2 736	
Powierzchnia ogrzewana $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	912	
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]	0,51	
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m <sup>3</sup> /s]	0,15	0,15
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /s]	0,66	0,66
Współczynniki korekcyjne	$c_r$	-	1,0
	$c_w$	-	1,0
	$c_m$	-	1,0
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /s]	0,66	0,66
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /h]	2 386	2 386
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	795,26	795,26
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,87	0,87

#### 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		2 736	0,5			1 368,0

#### Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	912	4,7	4 286

## 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	593,29	0,540	1,0	320	40	12,82
Stropodach pełny	10,54	0,517	1,0	5		0,22
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	488,14	1,284	1,0	627		25,08
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	112,99	0,265	1,0	30		1,20
Okna	220,23	1,500	1,0	330		13,21
Okna stare	27,60	5,100	1,0	141		5,63
Drzwi wejściowe drewniane	4,04	2,000	1,0	8		0,32
Drzwi wejściowe	2,02	1,700	1,0	3		0,14
Podłoga na gruncie	593,29	0,375	1,0	223		8,91
Mostki liniowe	I	$\psi$	□			
	[m]	[W/mK]				
ościeża	454,20	0,190	1,0	86		3,45
nadproża	144,75	0,600	1,0	87		3,47
podokien	144,75	0,570	1,0	83		3,30
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00
Ogółem				1 944	77,75	
Wentylacja		$V_1$	$\rho^*c_p$	$H_v$		
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]		
		1 368	0,34	465	18,60	
OGÓŁEM					96,35	

### 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	593,29	0,175	1,0	104	40	4,15
Stropodach pełny	10,54	0,176	1,0	2		0,07
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	501,94	0,221	1,0	111		4,43
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	112,99	0,265	1,0	30		1,20
Okna nowe	220,23	1,500	1,0	330		13,21
Okna wymienione	13,80	1,100	1,0	15		0,61
Drzwi wejściowe	4,04	2,000	1,0	8		0,32
Drzwi wejściowe	2,02	1,700	1,0	3		0,14
Podłoga na gruncie	593,29	0,375	1,0	223		8,91
Mostki liniowe	I	$\psi$	□			
	[m]	[W/mK]				
ościeża	454,20	0,050	1,0	23		0,91
nadproża	144,75	0,200	1,0	29		1,16
podokien	144,75	0,220	1,0	32		1,27
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00
Ogółem				910	36,39	
Wentylacja		$V_1$	$\rho^*c_p$	$H_v$		
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]		
		1 368	0,34	465	18,60	
OGÓŁEM					54,99	



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	7,35	5,15	0,75	305	355	784	1 134	1 535	927	607	284	222	6 153
NW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	12,90	9,03	0,75	472	524	1 143	1 724	2 110	1 400	870	455	383	9 082
NE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	7,35	5,15	0,75	315	364	886	1 218	1 679	901	586	283	228	6 460
SE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	27,60	19,32		1 092	1 243	2 814	4 076	5 323	3 228	2 063	1 022	833	21 694
Okna nowe													
S	116,43	81,50	0,67	9 167	8 575	17 002	18 371	23 261	15 445	12 769	5 963	4 561	115 114
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	4,95	3,47	0,67	184	213	472	682	923	558	365	171	134	3 702
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	95,17	66,62	0,67	3 114	3 457	7 536	11 364	13 906	9 227	5 731	2 997	2 522	59 855
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	3,68	2,58	0,67	141	163	397	546	752	403	262	127	102	2 893
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	220,23	154,16		12 605	12 409	25 407	30 962	38 842	25 633	19 128	9 258	7 319	181 564
OGÓŁEM	247,83	173,48		13 698	13 652	28 220	35 039	44 165	28 861	21 191	10 280	8 152	203 258

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> ]		[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	
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	116,43	81,50	0,67	9 167	8 575	17 002	18 371	23 261	15 445	12 769	5 963	4 561	115 114
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	12,30	8,61	0,67	457	530	1 172	1 695	2 294	1 385	908	425	332	9 199
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	108,07	75,65	0,67	3 536	3 925	8 558	12 904	15 791	10 478	6 508	3 403	2 864	67 968
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	11,03	7,72	0,67	422	488	1 189	1 634	2 251	1 208	786	380	305	8 663
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	247,83	173,48		13 581	13 519	27 920	34 604	43 598	28 517	20 971	10 171	8 063	200 944
OGÓLEM	247,83	173,48		13 581	13 519	27 920	34 604	43 598	28 517	20 971	10 171	8 063	200 944



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. miesiąca	[°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	$H_{tr}, H_{ve}$										
Stropodach wentylowany	[MJ]	18 022	16 278	14 332	10 298	900	983	11 500	13 454	16 563	102 330
Stropodach pełny	[MJ]	306	277	244	175	15	17	195	229	281	1 739
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	35 260	31 848	28 040	20 149	1 760	1 923	22 500	26 324	32 406	200 210
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	[MJ]	1 682	1 519	1 338	961	84	92	1 073	1 256	1 546	9 550
Okna	[MJ]	18 581	16 783	14 776	10 618	928	1 013	11 856	13 872	17 077	105 504
Okna stare	[MJ]	7 917	7 151	6 296	4 524	395	432	5 052	5 911	7 276	44 954
Drzwi wejściowe drewniane	[MJ]	454	410	361	260	23	25	290	339	418	2 581
Drzwi wejściowe	[MJ]	193	174	154	110	10	11	123	144	178	1 097
Mostki liniowe	[MJ]	14 380	12 988	11 435	8 217	718	784	9 176	10 735	13 216	81 648
Podłoga na gruncie	[MJ]	12 528	11 315	9 963	7 159	625	683	7 994	9 353	11 514	71 134
Straty przez przegrody	[MJ]	109 324	98 745	86 939	62 471	5 458	5 962	69 759	81 615	100 474	620 747
Wentylacja	[MJ]	44 731	40 402	35 572	25 560	2 233	2 439	28 542	33 393	41 110	253 983
Całkowite przenieszenie ciepła	[MJ]	154 055	139 146	122 510	88 031	7 691	8 401	98 302	115 009	141 584	874 730
Zyski słoneczne	[MJ]	13 698	13 652	28 220	35 039	44 165	28 861	21 191	10 280	8 152	203 258
Zyski wewnętrzne	[MJ]	11 481	10 370	11 481	11 110	1 852	1 852	11 481	11 110	11 481	82 217
Razem zyski	[MJ]	25 178	24 022	39 701	46 149	46 017	30 713	32 672	21 390	19 632	285 475
Stosunek zysków do przenoszenia		0,1634	0,1726	0,3241	0,5242	5,9833	3,6559	0,3324	0,1860	0,1387	0,3264
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	912									
Pojemność ciepła	[J/K]	237 120 000									
Stała czasowa	[h]	24									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny $a_H$		2,60									
Parametr numeryczny $a_{H+1}$		3,60									
$\eta$		0,9925	0,9914	0,9634	0,9019	0,1658	0,2667	0,9613	0,9898	0,9950	
Zyski ciepła	[MJ]	24 989	23 816	38 248	41 620	7 630	8 190	31 408	21 171	19 534	216 606
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	129 066	115 330	84 263	46 411	61	211	66 894	93 838	122 050	658 123



**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. miesiąca	[°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]	5 839	5 274	4 643	3 336	291	318	3 726	4 359	5 366	33 153
Stropodach pehny	[MJ]	104	94	83	60	5	6	67	78	96	592
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	6 234	5 631	4 958	3 562	311	340	3 978	4 654	5 729	35 398
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	[MJ]	1 682	1 519	1 338	961	84	92	1 073	1 256	1 546	9 550
Okna	[MJ]	18 581	16 783	14 776	10 618	928	1 013	11 856	13 872	17 077	105 504
Okna stare	[MJ]	854	771	679	488	43	47	545	637	785	4 848
Drzwi wejściowe drewniane	[MJ]	454	410	361	260	23	25	290	339	418	2 581
Mostki liniowe	[MJ]	4 697	4 242	3 735	2 684	234	256	2 997	3 506	4 317	26 669
Drzwi wejściowe	[MJ]	193	174	154	110	10	11	123	144	178	1 097
Podłoga na gruncie	[MJ]	12 528	11 315	9 963	7 159	625	683	7 994	9 353	11 514	71 134
Straty przez przegrody	[MJ]	51 166	46 215	40 689	29 238	2 554	2 790	32 649	38 198	47 024	290 524
Wentylacja	[MJ]	44 731	40 402	35 572	25 560	2 233	2 439	28 542	33 393	41 110	253 983
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	95 897	86 617	76 261	54 798	4 787	5 229	61 191	71 591	88 134	544 507
Zyski słoneczne	[MJ]	13 581	13 519	27 920	34 604	43 598	28 517	20 971	10 171	8 063	200 944
Zyski wewnętrzne	[MJ]	11 481	10 370	11 481	11 110	1 852	1 852	11 481	11 110	11 481	82 217
Razem zyski	[MJ]	25 062	23 889	39 401	45 714	45 449	30 369	32 452	21 281	19 544	283 161
Stosunek zysków do przeniesienia		0,2613	0,2758	0,5167	0,8342	9,4934	5,8073	0,5303	0,2973	0,2217	0,5200
Typ budynku											
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]										
Pojemność ciepła	[J/K]										
Stać czasowa	[h]										
Metoda obliczeniowa											
Referencyjny parametr liczbowy											
a <sub>H,0</sub>											
Stać czasowa odniesienia t <sub>H,0</sub>	[h]										
Parametr numeryczny a <sub>H</sub>											
Parametr numeryczny a <sub>H</sub> + 1											
η		0,9939	0,9927	0,9521	0,8462	0,1053	0,1719	0,9485	0,9908	0,9964	
Zyski ciepła	[MJ]	24 909	23 716	37 513	38 682	4 786	5 221	30 782	21 085	19 474	206 167
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	70 988	62 901	38 748	16 116	1	8	30 410	50 507	68 660	338 339



## 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	$\eta_d$	0,96	przewody w złym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e$	0,77	regulacja centralna, brak regulacji miejscowej
5	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0$	0,673	
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	$\eta_d$	0,96	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	$\eta_0$	0,77	
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 $A_f$	$\text{m}^2$	943,7
Liczba użytkowników	osoba	178
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	$\text{kWh/rok}$	7 671,2
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	27,6
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	$\text{kWh/rok}$	14 206,0
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	51,1
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	$\text{m}^3/\text{h}$	0,079
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,632
Zużycie ciepła na ogrzanie $1 \text{ m}^3$ wody	$\text{GJ/m}^3$	0,349
Max. moc c.w.u.	$\text{kW}$	20,20
Średnia moc c.w.u.	$\text{kW}$	7,7
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 108 sztuk opraw o mocy 72 W oraz żarowe w ilości 74 sztuk opraw o mocy 60 W.

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

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

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

gdzie:

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

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

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

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

gdzie:

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

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

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabelach poniżej:

Rodzaj opraw oświetleniowych	Jednostkowa moc opraw oświetleniowych W	Ilość szt.	Moc opraw oświetleniowych W
przed modernizacją	72	108	7 776
	60	74	4 440
po modernizacji	45	108	4 860
	25	74	1 850

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]
912	12 216	13,4	7,4	1 400

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	kWh/m <sup>2</sup> rok	18,75	10,30
Zużycie energii do oświetlenia	kWh/rok	17 102,40	9 394,00
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,73	0,73
Koszt energii elektrycznej	zł/rok	12 484,75	6 857,62
Oszczędność energii elektrycznej	zł/kWh	7 708,40	
	%	45,07	
Oszczędność kosztów	zł/rok	5 627,13	
Nakłady inwestycyjne <sup>1)</sup>	zł	152 148,81	
SPBT	lata	27,04	

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, wymiana instalacji c.o., montaż Systemu Zarządzania Energią, wymiana oświetlenia wewnętrznego).

W obliczeniach przyjęto następujące współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

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

Zużycie energii pierwotnej obliczono wg wzoru:

$$Q_p = Q_k * w_p$$

Wyszczególnienie	GJ	kWh	MWh
<b>Energia końcowa:</b>			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	1 029,47	285 963,89	285,96
zużycie po modernizacji	427,42	118 727,78	118,73
oszczędność	602,05	167 236,11	167,24
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	62,83	17 451,50	17,45
zużycie po modernizacji	35,08	9 743,10	9,74
oszczędność	27,75	7 708,40	7,71
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 092,30	303 415,39	303,41
zużycie po modernizacji	462,50	128 470,88	128,47
<b>oszczędność</b>	<b>629,80</b>	<b>174 944,51</b>	<b>174,94</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>57,66</b>		
<b>Energia pierwotna</b>			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	1 338,31	371 753,06	371,75
zużycie po modernizacji	555,65	154 346,11	154,35
oszczędność	782,67	217 406,95	217,41
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	188,48	52 354,50	52,35
zużycie po modernizacji	105,23	29 229,30	29,23
oszczędność	83,25	23 125,20	23,13
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 526,79	424 107,56	424,10
zużycie po modernizacji	660,87	183 575,41	183,58
<b>oszczędność</b>	<b>865,92</b>	<b>240 532,15</b>	<b>240,52</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>56,71</b>		

## Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego

Wskaźnik emisji (WE CO<sub>2</sub>) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnotowym 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	1 029,47	-	94,96	97,76	427,42	-	94,96	40,59		
energia elektryczna	-	17,45	0,832	14,52	-	9,74	0,832	8,10		
				<b>112,28</b>				<b>48,69</b>	<b>63,59</b>	<b>56,63</b>



## **Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące**

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

- ocieplenie ościeży,
- wymianę parapetów zewnętrznych,
- wymianę rur spustowych i orynowania,
- wykonanie opaski fundamentowej wraz z wymianą tarasów nagruntowych i naprawą konstrukcji tarasów,
- prace modernizacyjne kanalizacji deszczowej odprowadzającej wodę z dachu,
- obróbki blacharskie,
- obróbka kominów,
- wykonanie pokrycia z papy nawierzchniowej,
- na ocieplanych elewacjach przełożenie zewnętrznych przewodów pod tynk,
- prace odtworzeniowe i wykończeniowe na elewacji (wraz z elementami znajdującymi się na elewacji np. kratki wentylacyjne, zadaszenia, drabiny, kraty, itp.) w tym naprawę tynków i malowanie elewacji, wraz z naprawą pęknięć ścian zewnętrznych, tam gdzie to niezbędne,
- odnowienie tynku i malowanie elewacji ściany szczytowej,
- wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej w zmywalni na parterze budynku,
- odtworzenie i malowanie ubytków po pracach instalacyjnych w kolorystyce zgodnej z danym pomieszczeniem,
- prace instalacyjne i odtworzeniowe,
- wycinkę drzew i krzewów kolidujących z wykonaniem prac termo modernizacyjnych oraz inne prace niezbędne do osiągnięcia pełnej funkcjonalności i estetyki budynku.