

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**

**MIEJSKIEGO PRZEDSZKOLA NR 7**

**ul. Długa 62**

**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		1950
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	pl.	Jana Pawła II	nr bud. 62
	nr	16	
	kod	95-100	miejsowość Zgierz
	tel.	-	fax -
1.4 Adres budynku		ul. Długa	
		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>B.Kosowska</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.....		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.....		33	
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.....		34	
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.....		34	
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.....		34	
Z-7 Projektowana strata ciepła.....		35	
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego.....		36	
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu.....		37	
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.....		38	
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.....		39	
Z-12 Sprawności systemu grzewczego.....		40	
Z-13 Ciepła woda użytkowa.....		41	
Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.....		42	
Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej.....		44	
Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego.....		45	
Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące.....		46	

## 2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna	Tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	4 612	4 612
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	854	854
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	854	854
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	180	180
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]	0,580	0,580
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>			
1	Ściany zewnętrzne	1,154	0,229
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,861	0,177
3	Strop nad piwnicą	0,805	0,805
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,433	0,423
5	Okna, drzwi balkonowe	1,500	1,500
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,750	1,500
7	Inne	-	-
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,94
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,85	0,85	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	0,60	0,60	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji	[-]	1,00	1,00	
5. Charakterystyka systemu wentylacji					
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)		naturalna	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		okna /kanały	okna /kanały	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	[m <sup>3</sup> /h]	2 259	2 259	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,84	0,84	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	114,30	58,34	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	21,57	21,57	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	854,24	414,44	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1 523,80	475,95	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	50,71	50,71	
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)]	277,86	134,80	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	495,64	154,81	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	50,90	50,90	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	-	-	
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej	[zł/m <sup>3</sup> ]	10,35	10,35	
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)]	7,91	2,71	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu <sup>1)</sup>	[zł]	1 065 537,69	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	66,55
Planowane koszty całkowite <sup>2)</sup>	[zł]	1 065 537,69	Premia termomodernizacyjna	[zł]	106 663,58
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	53 331,79			

<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 7 w Zgierzu, ul. Długa 62 i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, konieczne do przyznania premii termomodernizacyjnej.

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

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

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

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

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

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Dane identyfikujące budynku			
Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	1950
Adres budynku	ul. Długa 62 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	
	1	2	
Rodzaj dachu	Stropodach kryty papą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	4 612	758	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	854	320	
Współczynnik kształtu	0,580		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,3	2,4	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	180	-	
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</b>		910,99	1,051
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>		719,29	1,154
<b>Okna</b>	S	31,79	1,500
	SW	0,00	1,500
	W	34,32	1,500
	NW	0,00	1,500
	N	12,04	1,500
	NE	0,00	1,500
	E	47,40	1,500
	SE	0,00	1,500

Przegroda	Położenie	Pow. netto	U
		[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Drzwi wejściowe</b>		3,90	1,700
<b>Drzwi wejściowe stare</b>		4,16	2,750
<b>Strop nad piwnicą</b>		399,83	0,805
<b>Podłoga na gruncie</b>		511,16	0,433

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

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

W opracowaniu analizie poddano budynek Miejskiego Przedszkola Nr 7, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Długiej 62. Budynek wybudowany w 1950 roku, jest częściowo podpiwniczony wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne wykonane z cegły pełnej grubości 48 cm, nieocieplone. Ściany nieogrzewanej piwnicy wykonane z cegły pełnej grubości 60 cm, nieocieplone. Nad budynkiem zastosowano stropodach, nieocieplony, kryty papą. W budynku zastosowano stropy żelbetowe. Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry. Zastrzeżenia budzi izolacyjność termiczna przegród zewnętrznych. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U dla przegród nieprzezroczystych powinna wynosić

- dla dachów, stropodachów - 0,18 W/m<sup>2</sup>K,
- dla ścian zewnętrznych - 0,23 W/m<sup>2</sup>K,
- dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą - 0,25 W/m<sup>2</sup>K,
- dla podłogi na gruncie - 0,30 W/m<sup>2</sup>K.

Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych analizowanego budynku wynoszą:

- stropodach - 0,861 W/m<sup>2</sup>K,
- ściany zewnętrzne - 1,154 W/m<sup>2</sup>K,
- strop nad piwnicą - 0,805 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 stropu nad piwnicą, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowano ocieplenie ścian poniżej gruntu oraz wymianę okien piwnicznych. Nie wpłynie to bezpośrednio na zmniejszenie zużycia energii, ale spowoduje podniesienie temperatury w piwnicy



i mniejsze straty energii przez strop piwnicy. Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji podłogi na gruncie.

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  $2,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ , 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 $\text{W/m}^2\text{K}$
- drzwi	-1,5 $\text{W/m}^2\text{K}$

W budynku starą stolarkę okienną wymieniono na okna o współczynniku przenikania ciepła  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Wymieniona stolarka jest w dobrym stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu nie będzie analizowana jej wymiana.

W budynku część starej stolarki drzwiowej wymieniono na drzwi o współczynniku przenikania ciepła  $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Wymieniona stolarka jest w dobrym stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu nie będzie analizowana jej wymiana. Przeanalizowana zostanie natomiast wymiana pozostałej stolarki drzwiowej.

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

Źródłem ciepła dla budynku jest kotłownia gazowa zlokalizowana w piwnicy budynku. Zainstalowane w 2006 r. kondensacyjne kotły gazowe o mocy  $2 \times 50 \text{ kW}$  są w złym stanie technicznym i w opracowaniu zostanie przeanalizowana ich wymiana.

Instalacja c.o. została wykonana jako wodna o parametrach wody grzejnej  $90/70^\circ\text{C}$  z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. W budynku zainstalowano grzejniki żeliwne bez zaworów z głowicami termostatycznymi oraz rury grzejne. Stan techniczny grzejników i instalacji jest zły, w związku z tym w dalszej części opracowania zostanie przeanalizowana kompleksowa modernizacja instalacji c.o.

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

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z tych samych kotłów gazowych co ciepło na potrzeby centralnego ogrzewania. Instalacja c.w.u. jest w dobrym stanie technicznym, dlatego w dalszej części opracowania zostanie przeanalizowana tylko wymiana źródła ciepła na potrzeby c.w.u

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

W budynku zastosowano wentylację grawitacyjną. Ze względu na niedostateczną wymianę powietrza w pomieszczeniach należy sprawdzić drożność przewodów kominowych i ewentualnie wykonać ich oczyszczenie.

## **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,
- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- ocieplenie stropu piwnicy poprzez ocieplenie ścian poniżej gruntu wraz z wymianą okien piwnicznych,
- częściową wymianę drzwi,
- wymianę źródła ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u.
- kompleksową wymianę instalacji c.o., montaż nowych grzejników z zaworami z głowicami termostatycznymi,
- montaż Systemu Zarządzania Energią,

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

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

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

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

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

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

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

gdzie:

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

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

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

gdzie:

- $x_0, x_1$  - udział  $n$ -tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $Q_{0z}, Q_{1z}$  - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, GJ/rok,
- $O_{0z}, O_{1z}$  - opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla  $n$ -tego źródła, odpowiadająca:
- dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za ciepło i zmiennej opłacie za usługi przesyłowe, zł/GJ,
  - dla energii elektrycznej - sumie stawek za energię czynną, systemową opłatę przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej przeliczonej na zł/GJ,
  - dla gazu - stawce opłaty zmiennej na przesłane paliwo  $\text{zł/m}^3$  przeliczonej na zł/GJ,
  - dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - stawce opłaty zmiennej określonej wg kalkulacji kosztów rodzajowych przeliczonej na zł/GJ,
- $y_0, y_1$  - udział  $n$ -tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $q_{0u}, q_{1u}$  - zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,
- $O_{0m}, O_{1m}$  - opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla  $n$ -tego źródła, odpowiadająca:
- dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za zamówioną moc cieplną i opłacie stałej za usługi przesyłowe, zł/(MW\*miesiąc),
  - dla gazu - składnikowi stałemu wyznaczonemu na jednostkę mocy umownej w miesięcznym okresie rozliczeniowym przeliczonemu na zł/(MW\*miesiąc),
  - dla energii elektrycznej - składnikowi stałemu stawki sieciowej zł/(kW\*miesiąc), przeliczonemu na zł/(MW\*miesiąc),
  - dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - składnikowi miesięcznych kosztów stałych, określonych zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych, odniesionych do mocy źródła, zł/(MW\*miesiąc),
- $Ab_0, Ab_1$  - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, zł.

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

Liczbę stopniodni  $S_d$  oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

- $t_{wo}$  - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi,  $^{\circ}\text{C}$ ,
- $t_e(m)$  - 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,  $^{\circ}\text{C}$ ,
- $L_d(m)$  - 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 zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie  $q_{0u}$ ,  $q_{1u}$  przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

- $t_{wo}$  - jak we wzorze (4),
- $t_{zo}$  - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej,

określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych, °C

A - jak we wzorze (3),

$U_c$  - jak we wzorze (3),

**UWAGA:** Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego przyjęto zgodnie z 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

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu styropapą o optymalnej grubości.

Pow. obliczeniowa = 911,0 [m<sup>2</sup>] R<sub>0</sub> = 1,161 [(m<sup>2</sup>\*K)/W]

Pow. ocieplenia = ok. 911 [m<sup>2</sup>]

Materiał: styropapa U<sub>0</sub> = 0,861 [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	2,411	0,415	120,66	0,015	177 645,00	6 610,88	26,872
0,06	1,500	2,661	0,376	109,33	0,014	179 922,50	7 187,80	25,032
0,07	1,750	2,911	0,343	99,94	0,013	182 200,00	7 665,64	23,768
0,08	2,000	3,161	0,316	92,04	0,012	184 477,50	8 067,90	22,866
0,09	2,250	3,411	0,293	85,29	0,011	186 755,00	8 411,20	22,203
0,10	2,500	3,661	0,273	79,47	0,010	189 032,50	8 707,62	21,709
0,11	2,750	3,911	0,256	74,39	0,009	191 310,00	8 966,14	21,337
0,12	3,000	4,161	0,240	69,92	0,009	193 587,50	9 193,60	21,057
0,13	3,250	4,411	0,227	65,96	0,008	195 865,00	9 395,28	20,847
0,14	3,500	4,661	0,215	62,42	0,008	198 142,50	9 575,32	20,693
0,15	3,750	4,911	0,204	59,24	0,007	200 420,00	9 737,04	20,583
0,16	4,000	5,161	0,194	56,37	0,007	202 697,50	9 883,09	20,510
0,17	4,250	5,411	0,185	53,77	0,007	204 975,00	10 015,64	20,465
0,18	4,500	5,661	0,177	51,39	0,006	207 252,50	10 136,48	20,446
0,19	4,750	5,911	0,169	49,22	0,006	209 530,00	10 247,11	20,448
0,20	5,000	6,161	0,162	47,22	0,006	211 807,50	10 348,75	20,467
0,21	5,250	6,411	0,156	45,38	0,006	214 085,00	10 442,47	20,501
0,22	5,500	6,661	0,150	43,68	0,005	216 362,50	10 529,16	20,549
0,23	5,750	6,911	0,145	42,10	0,005	218 640,00	10 609,57	20,608
0,24	6,000	7,161	0,140	40,63	0,005	220 917,50	10 684,37	20,677
0,25	6,250	7,411	0,135	39,26	0,005	223 195,00	10 754,12	20,754

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 18 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 18cm 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 bezpoinową.

Pow. obliczeniowa = 719,29 [m<sup>2</sup>] R<sub>0</sub> = 0,867 [(m<sup>2</sup>\*K)/W]

Pow. ocieplenia = ok. 827 [m<sup>2</sup>]

Materiał: styropian U<sub>0</sub> = 1,154 [W/(m<sup>2</sup>\*K)]

$\lambda$  = 0,040 [W/(m\*K)]

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

Izolacja	$\Delta R$	R <sub>1</sub>	U	Q <sub>1</sub>	q <sub>1</sub>	Nu	$\Delta K_{ogr}$	SPBT
[m]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[W/(m <sup>2</sup> *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,250	2,117	0,472	108,53	0,014	297 720,00	7 968,41	37,363
0,06	1,500	2,367	0,423	97,07	0,012	299 374,00	8 551,96	35,006
0,07	1,750	2,617	0,382	87,79	0,011	301 358,80	9 024,00	33,395
0,08	2,000	2,867	0,349	80,14	0,010	303 674,40	9 413,70	32,259
0,09	2,250	3,117	0,321	73,71	0,009	306 320,80	9 740,88	31,447
0,10	2,500	3,367	0,297	68,24	0,009	309 298,00	10 019,47	30,870
0,11	2,750	3,617	0,277	63,52	0,008	312 606,00	10 259,55	30,470
0,12	3,000	3,867	0,259	59,41	0,007	316 244,80	10 468,57	30,209
0,13	3,250	4,117	0,243	55,80	0,007	320 214,40	10 652,21	30,061
0,14	3,500	4,367	0,229	52,61	0,007	324 514,80	10 814,82	30,006
0,15	3,750	4,617	0,217	49,76	0,006	329 146,00	10 959,82	30,032
0,16	4,000	4,867	0,205	47,20	0,006	334 108,00	11 089,93	30,127
0,17	4,250	5,117	0,195	44,90	0,006	339 400,80	11 207,31	30,284
0,18	4,500	5,367	0,186	42,81	0,005	345 024,40	11 313,77	30,496
0,19	4,750	5,617	0,178	40,90	0,005	350 978,80	11 410,74	30,759
0,20	5,000	5,867	0,170	39,16	0,005	357 264,00	11 499,45	31,068
0,21	5,250	6,117	0,163	37,56	0,005	363 880,00	11 580,91	31,421
0,22	5,500	6,367	0,157	36,08	0,005	370 826,80	11 655,97	31,814
0,23	5,750	6,617	0,151	34,72	0,004	378 104,40	11 725,36	32,247
0,24	6,000	6,867	0,146	33,45	0,004	385 712,80	11 789,69	32,716
0,25	6,250	7,117	0,141	32,28	0,004	393 652,00	11 849,51	33,221

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 14 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U - dla ścian zewnętrznych wynosi 0,23 W/m<sup>2</sup>K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 14 cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. W powierzchni i kosztach ocieplenia uwzględniono ocieplenie ścian poniżej gruntu w części niepodpiwniczonej do głębokości 1 m styroporem grubości 10 cm. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.



### Usprawnienia dotyczące stropu nad piwnicą

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

Pow. obliczeniowa = 77,12 [m<sup>2</sup>] R<sub>0</sub> = 1,418 [(m<sup>2</sup>\*K)/W]

Pow. ocieplenia = ok. 77 [m<sup>2</sup>]

Materiał: styropor U<sub>0</sub> = 0,705 [W/(m<sup>2</sup>\*K)]

$\lambda = 0,032$  [W/(m\*K)]

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

Izolacja	$\Delta R$	R <sub>1</sub>	U	Q <sub>1</sub>	q <sub>1</sub>	Nu	$\Delta K_{ogr}$	SPBT
[m]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[W/(m <sup>2</sup> *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,563	2,980	0,336	8,26	0,001	28 534,40	463,68	61,539
0,06	1,875	3,293	0,304	7,48	0,001	28 883,85	503,61	57,354
0,07	2,188	3,605	0,277	6,83	0,001	29 303,19	536,61	54,608
0,08	2,500	3,918	0,255	6,29	0,001	29 792,42	564,35	52,791
0,09	2,813	4,230	0,236	5,82	0,001	30 351,54	587,99	51,619
0,10	3,125	4,543	0,220	5,42	0,001	30 980,55	608,38	50,923
0,11	3,438	4,855	0,206	5,07	0,001	31 679,45	626,14	50,595
0,12	3,750	5,168	0,194	4,77	0,001	32 448,24	641,75	50,562
0,13	4,063	5,480	0,182	4,49	0,001	33 286,92	655,59	50,774
0,14	4,38	5,793	0,173	4,25	0,001	34 195,49	667,93	51,196
0,15	4,688	6,105	0,164	4,03	0,001	35 181,66	679,01	51,813
0,16	5,000	6,418	0,156	3,84	0,000	36 230,01	689,01	52,583
0,17	5,313	6,730	0,149	3,66	0,000	37 348,25	698,08	53,502
0,18	5,625	7,043	0,142	3,50	0,000	38 536,38	706,34	54,558
0,19	5,938	7,355	0,136	3,35	0,000	39 794,40	713,90	55,742
0,20	6,250	7,668	0,130	3,21	0,000	41 122,31	720,85	57,047
0,21	6,563	7,980	0,125	3,09	0,000	42 520,11	727,25	58,467
0,22	6,875	8,293	0,121	2,97	0,000	43 987,80	733,17	59,997
0,23	7,188	8,605	0,116	2,86	0,000	45 525,38	738,66	61,632
0,24	7,500	8,918	0,112	2,76	0,000	47 132,85	743,77	63,370
0,25	7,813	9,230	0,108	2,67	0,000	48 810,21	748,53	65,208

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 10 cm. W związku z tym, że w Warunkach Technicznych 2017 brak jest wymagań dla minimalnego oporu cieplnego warstwy materiału izolacyjnego izolacji obwodowej ściany poniżej gruntu dla nieogrzewanej piwnicy, ocieplenie o grubości 10 cm przyjmuje się do dalszej analizy. Dodatkowo w kosztach przedsięwzięcia uwzględniono wymianę okien piwnicznych. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry

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

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

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

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

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:

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

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:

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

gdzie:

- S<sub>d</sub> - 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.

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

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

gdzie:

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

- $A_{Ok}$  - 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 drzwi (o powierzchni około  $4,16 m^2$ ) 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	2,8	1,2	1,0	14,56	0,002	-	-	-
1	1,7	1,0	1,0	11,35	0,001	163,56	7 155,20	43,75
2	1,5	1,0	1,0	11,09	0,001	177,08	7 404,80	41,82
3	1,3	1,0	1,0	10,82	0,001	190,61	8 112,00	42,56

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących drzwi jest rozwiązanie drugie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,5 W/m^2K$  i 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	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	207 252,50	20,45
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	324 514,80	30,01
3	Wymiana drzwi	7 404,80	41,82
4	Ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą	30 980,55	50,92

#### 7.5 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

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

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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	207 252,50	20,45
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	324 514,80	30,01
3	Wymiana drzwi	7 404,80	41,82
4	Ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą	30 980,55	50,92
	Ogółem	570 152,65	

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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	207 252,50	20,45
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	324 514,80	30,01
3	Wymiana drzwi	7 404,80	41,82
	Ogółem	539 172,10	

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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	207 252,50	20,45
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	324 514,80	30,01
	Ogółem	531 767,30	

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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	207 252,50	20,45
	Ogółem	207 252,50	

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

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

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

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

gdzie:

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

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

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

gdzie:

- $x_0, x_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- $Q_{0CO}$  - 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 kotły, instalacja c.o. jak i grzejniki są w złym stanie technicznym, w związku z tym przewidziano kompleksową modernizację instalacji c.o., polegającą na wymianie istniejących kotłów na kondensacyjny kocioł gazowy z priorytetem ciepłej wody użytkowej, 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	0,1143	0,1143
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO bez uwzględnienia sprawności	GJ/rok	854	854
3	Ogólna sprawność CO	-	0,5606	0,7445
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	1 524	981
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	77 555,93	49 930,89
8	Roczna opłata stała	zł/rok	3 541,51	3 541,51
9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło C.W.U	GJ/rok	25,86	25,86
10	Ogólna sprawność C.W.U	-	0,5100	0,5100
11	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CWU z uwzględnieniem sprawności	GJ/rok	50,71	50,71
12	Cena ciepła C.W.U	zł/GJ	50,90	50,90
13	Koszt ciepła CO	zł	81 097,44	53 472,40
14	Koszt ciepła CWU	zł	2 580,96	2 580,96
15	Koszt ciepła	zł	83 678,40	56 053,36
16	Oszczędność kosztów	zł		27 625,04
17	Szacowany koszt modernizacji	zł		495 385,04
18	SPBT	lat		17,93

<sup>1)</sup> Uwzględnienie systemu zarządzania energią

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

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

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

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli poniżej:

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

wariant	CO				CWU				CO+CWU			Oszczędności			
	q <sub>CO</sub>	Q <sub>CO</sub>	η	w	Q <sub>CO+CWU</sub> /η	Oplata CO	q <sub>CWU</sub>	Q <sub>CWU</sub>	Oplata CWU	Q <sub>CO+CWU</sub>	KOSZT				
	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	%	zł/rok	
0	0,1143	854,24	0,5606	1	1 523,80	81 097,44	0,008	50,71	2 580,96	1 575	83 678,40	1 048	66,55	53 331,79	
I+A	0,0583	414,44	0,7445	0,855	475,95	27 765,65	0,008	50,71	2 580,96	527	30 346,61	1 044	66,33	53 155,18	
II+A	0,0587	417,46	0,7445	0,855	479,42	27 942,26	0,008	50,71	2 580,96	530	30 523,22	1 043	66,21	53 060,00	
III+A	0,0589	419,09	0,7445	0,855	481,29	28 037,44	0,008	50,71	2 580,96	806	44 572,66	768	48,80	39 105,74	
IV+A	0,0894	657,82	0,7445	0,855	755,46	41 991,70	0,008	50,71	2 580,96	1 032	56 053,36	543	34,47	27 625,04	
A	0,1143	854,24	0,7445	0,855	981,03	53 472,40	0,008	50,71	2 580,96						

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]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]
1	I+A	1 065 537,69	53 331,79	66,55	0,00	0,00	213 107,54	170 486,03	106 663,58			
2	II+A	1 034 557,14	53 155,18	66,33	1 065 537,69	100,00	206 911,43	165 529,14	106 310,36			
3	III+A	1 027 152,34	53 060,00	66,21	0,00	0,00	205 430,47	164 344,37	106 120,00			
4	IV+A	702 637,54	39 105,74	48,80	1 034 557,14	100,00	140 527,51	112 422,01	78 211,48			
5	A	495 385,04	27 625,04	34,47	1 027 152,34	100,00	99 077,01	79 261,61	55 250,08			

<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] o powierzchni około 751 m<sup>2</sup> należy wykonać płytami z wełny mineralnej lub ze styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^*\text{K}$ , warstwą o grubości minimum 14 cm. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,229 W/m<sup>2</sup>\*K. Dodatkowo w kosztach przedsięwzięcia uwzględniono wykonanie izolacji przeciwwilgociowej oraz ocieplenie ściany poniżej gruntu w części niepodpiwniczonej o powierzchni około 76 m<sup>2</sup> na głębokość jednego metra, styroporem lub styropianem XPS o grubości minimum 10 cm i współczynniku przewodzenia  $\lambda \leq 0,032 \text{ W/m}^*\text{K}$ . Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono wymagane prace dodatkowe np.: ocieplenie ościeży, wymianę parapetów zewnętrznych, rur spustowych, rynien, obróbki blacharskie oraz inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
2. Ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą poprzez ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1] o powierzchni około 77 m<sup>2</sup> należy wykonać płytami ze styroporu lub styropianu XPS warstwą o grubości minimum 10 cm i współczynniku przewodzenia  $\lambda = 0,032 \text{ W/m}^*\text{K}$ . W pierwszej kolejności należy usunąć istniejącą opaskę betonową. Następnie należy odcinkami 1 m odkopywać ścianę poniżej gruntu. Pokryć ją dwukrotnie pionową warstwą izolacji przeciwwilgociowej i zamontować płyty ze styroporu lub styropianu XPS. Dodatkowo w kosztach przedsięwzięcia uwzględniono wymianę okien piwnicznych. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono wymagane prace dodatkowe np.: odkopanie ściany, zasypanie i otworzenie nawierzchni oraz inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

### 3. Ocieplenie stropodachu.

Ocieplenie stropodachu o powierzchni około 911 m<sup>2</sup> proponuje się wykonać poprzez rozłożenie w przestrzeni stropodachowej płyt styropianowych lub wełny mineralnej o grubości minimum 18cm i współczynnika przewodzenia  $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^*\text{K}$ . Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono wymagane prace dodatkowe, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

4. Wymianę drzwi o powierzchni około 4,16 m<sup>2</sup> na drzwi o współczynniku przenikania  $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  zgodnie z Aprobata Techniczną oraz zaleceniami producenta. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np. demontaż i utylizacja starych futryn i drzwi, montaż i obróbka nowych drzwi ect. oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

5. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania oraz źródła ciepła poprzez:

- wymianę rurociągów oraz ich izolację w pomieszczeniach nieogrzewanych,
- wymianę istniejących grzejników na grzejniki płytowe (około 40 szt.),
- montaż zaworów z głowicami termostatycznymi (około 40 szt.),
- montaż zaworów podpionowych,
- montaż automatycznych odpowietrzników,
- montaż instalacji mieszania pompowego,
- regulację instalacji grzewczej,
- wymianę istniejących kotłów gazowych na kondensacyjny kocioł gazowy z priorytetem c.w.u. o mocy ok. 80 kW wraz z dostosowaniem pomieszczenia kotłowni do przepisów ppoz.

Urządzenia do ogrzewania powinny charakteryzować się obowiązującym od końca 2020 r. minimalnym poziomem efektywności energetycznej i normami emisji zanieczyszczeń, które zostały określone w środkach wykonawczych do dyrektywy 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z 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 zużyć mediów: energii cieplnej energii elektrycznej, wody,
- optymalizację parametrów pracy instalacji c.o. w celu zminimalizowania strat ciepła,
- oszczędne gospodarowanie czynnikami energetycznymi przy zachowaniu normatywnych parametrów pracy instalacji i obiektu,
- pomiar referencyjnych temperatur, temperatury zewnętrznej, temperatur zasilania i powrotu w pomieszczeniu źródła.
- rejestrację wyników pomiarów (minimum co 15 min), archiwizację danych, podgląd mierzonych wartości w czasie rzeczywistym, tworzenie raportów, graficzne odzwierciedlenie pomiarów oraz tworzenie wykresów do ich analizy,
- zdalny dostęp do danych pomiarowych (za pośrednictwem Internetu),
- możliwość porównywania obiektu do innych obiektów objętych pomiarem w celu uzyskania oceny energochłonności obiektu,
- automatyczne tworzenie raportów o zużyciu w otwartych, publicznych formatach plików (np. PDF, XLS), w zadeklarowanych przez użytkownika profilach,
- zdalny dostęp do danych pomiarowych za pośrednictwem Internetu,
- wizualizację danych aktualnych i historycznych oraz analizy porównawczej pomiędzy innymi obiektami objętymi pomiarem na ogólnodostępnym panelu zamontowanym w obiekcie,
- rejestrację użytkowników i parametryzację poziomów dostępowych w zależności od typu użytkownika,
- zastosowanie w systemie urządzeń pomiarowych co najmniej II klasy dokładności oraz umożliwić komunikację opartą na otwartych protokołach komunikacyjnych.

## 10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

1	Całkowity koszt robót szacuje się na	1 065 537,69	zł
2	Przewidywana premia termomodernizacyjna	106 663,58	zł
3	Efektem modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji	53 331,79	zł
4	Czas zwrotu nakładów SPBT	19,98	lat

*Bllosowska*

*mgr inż. Barbara Kosowska*

## ZAŁĄCZNIKI

### Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.

Ceny jednostkowe ciepła dla potrzeb centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej obecnie i docelowo		
Zużycie gazu	[m <sup>3</sup> ]	42 187
	[kWh]	473 340
Współczynnik konwersji	[kWh/m <sup>3</sup> ]	11,220
Taryfa		W-4
Ceny gazu		
- za paliwo gazowe	[zł/kWh]	0,10865
- za przesył - stała	[zł/m-c]	222,34
- za przesył - zmienna	[zł/kWh]	0,0246
- abonament	[zł/m-c]	17,60
Koszt gazu zmienny	[zł]	63 053,60
Ciepło w gazie	[GJ]	1 523,80
Cena ciepła netto	[zł/GJ]	41,38
Cena ciepła brutto	[zł/GJ]	50,90
Opłata stała za gaz	[zł/rok]	2 879,28
Koszty stałe netto	[zł/rok]	2 879,28
Koszty stałe brutto	[zł/rok]	3 541,51



## 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</b>	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,861
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Płyta pilśniowa	2,5	0,025	0,050	0,500	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Strop żelbetowy	24,0	0,24		0,180	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,0150	0,820	0,018	
	R				1,021	
	R <sub>si</sub>				0,100	
	R <sub>se</sub>				0,040	
	R <sub>T</sub>				1,161	
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,030	0,820	0,037	1,154
	Mur z cegły pełnej	48,0	0,480	0,770	0,623	
	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,030	0,820	0,037	
	R				0,697	
	R <sub>si</sub>				0,130	
	R <sub>se</sub>				0,040	
	R <sub>T</sub>				0,867	
<b>Strop nad piwnicą</b>	Klepka	2,0	0,02	0,22	0,091	0,805
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,00	0,030	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,18	0,083	
	Płyta pilśniowa	2,5	0,025	0,050	0,500	
	Strop żelbetowy	24,0	0,24		0,180	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,82	0,018	
	R				0,903	
	R <sub>si</sub>				0,170	
	R <sub>se</sub>				0,170	
	R <sub>T</sub>				1,243	
<b>Podłoga na gruncie</b>	Gres	2,0	0,020	1,05	0,019	0,433
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,00	0,030	
	Żelbet	10,0	0,1	1,70	0,059	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,18	0,083	
	Piasek	10,0	0,1	0,40	0,250	
	Grunt	10,0	0,1	1,74	0,057	
	R				0,499	
	Opór zastępczy gruntu				1,811	
	R <sub>T</sub>				2,310	
	<b>Okna</b>				$U_0$	
				[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/m <sup>2</sup> K]
				1,500	1,0	1,500
<b>Drzwi wejściowe nowe</b>				1,700	1,0	1,700
<b>Drzwi wejściowe stare</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>Stropodach</b>	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,177
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Płyta pilśniowa	2,5	0,025	0,050	0,500	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Strop żelbetowy	24,0	0,240		0,180	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	Styropapa	18,0	0,180	0,040	4,500	
	R				5,521	
	R <sub>si</sub>				0,100	
	R <sub>se</sub>				0,040	
R <sub>T</sub>				5,661		
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,03	0,820	0,037	0,229
	Mur z cegły pełnej	48,0	0,48	0,770	0,623	
	Tynk cem.-wapienny	3,0	0,030	0,820	0,037	
	Styropian	14,0	0,14	0,040	3,500	
	R				4,197	
	R <sub>si</sub>				0,130	
	R <sub>se</sub>				0,040	
	R <sub>T</sub>				4,367	
<b>Strop nad piwnicą</b>	Klepka	2,0	0,020	0,220	0,091	0,805
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,000	0,030	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Płyta pilśniowa	2,5	0,025	0,050	0,500	
	Strop żelbetowy	24,0	0,24		0,180	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,903	
	R <sub>si</sub>				0,170	
	R <sub>se</sub>				0,170	
	R <sub>T</sub>				1,243	
<b>Podłoga na gruncie</b>	Gres	2,0	0,020	1,050	0,019	0,423
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,000	0,030	
	Żelbet	10,0	0,1	1,700	0,059	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Piasek	10,0	0,1	0,400	0,250	
	Grunt	10,0	0,1	1,740	0,057	
	R				0,499	
	Opór zastępczy gruntu				1,863	
	R <sub>T</sub>				2,362	
<b>Okna</b>				$U_0$	Wsp.	$U$
				[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/m <sup>2</sup> K]
				1,5	1,000	1,500
<b>Drzwi wejściowe nowe</b>				1,7	1,000	1,700
<b>Drzwi wejściowe wymienione</b>				1,5	1,000	1,500

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

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza	
		obecnie	docelowo
Kubatura wentylowana $V_{ve}$	[m <sup>3</sup> ]	2 687	
Powierzchnia ogrzewana $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	854	
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]	0,48	
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m <sup>3</sup> /s]	0,15	0,15
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /s]	0,63	0,63
Współczynniki korekcyjne	$c_r$	-	1,0
	$c_w$	-	1,0
	$c_m$	-	1,0
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /s]	0,63	0,63
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /h]	2 259	2 259
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	753,05	753,05
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,84	0,84

#### 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		2 687	0,5			1 343,7

#### Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	854	4,7	4 014

## Z-7 Projektowana strata ciepła.

### Projektowana strata ciepła obecnie

Przeграда	A	U	$b_u$	$H_t$	$\Delta\Theta$ [°C]	$\Phi$ [kW]
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/K]		
Stropodach	910,99	0,861	1,0	785	40	31,38
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	719,29	1,154	1,0	830		33,20
Okna	125,55	1,500	1,0	188		7,53
Drzwi wejściowe	3,90	1,700	1,0	7		0,27
Drzwi wejściowe stare	4,16	2,750	1,0	11		0,46
Strop nad piwnicą	399,83	0,805	0,67	216		8,62
Podłoga na gruncie	511,16	0,433	1,0	221		8,85
Mostki liniowe	l	$\psi$	$\square$			
	[m]	[W/mK]				
ościeża	207,88	0,190	1,0	39		1,58
nadproża	88,19	0,600	1,0	53		2,12
podokien	88,19	0,570	1,0	50		2,01
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00
Ogółem				2 401		96,02
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$		
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]		
		1 344	0,34	457	18,27	
OGÓŁEM						114,30

### Projektowana strata ciepła dla wariantu optymalnego

Przeграда	A	U	$b_u$	$H_{tr}$	$\Delta\Theta$ [°C]	$\Phi$ [kW]
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/K]		
Stropodach	910,99	0,177	1,0	161	40	6,44
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	719,29	0,229	1,0	165		6,59
Okna nowe	125,55	1,500	1,0	188		7,53
Drzwi wejściowe	3,90	1,700	1,0	7		0,27
Drzwi wejściowe stare	4,16	1,500	1,0	6		0,25
Strop nad piwnicą	399,83	0,805	0,64	206		8,24
Podłoga na gruncie	511,16	0,433	1,0	221		8,85
Mostki liniowe	l	$\psi$	$\square$			
	[m]	[W/mK]				
ościeża	207,88	0,050	1,0	10		0,42
nadproża	88,19	0,200	1,0	18		0,71
podokien	88,19	0,220	1,0	19		0,78
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00
Ogółem				1 002		40,06
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$		
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]		
		1 344	0,34	457	18,27	
OGÓŁEM						58,34

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	31,79	22,25	0,67	2 503	2 341	4 642	5 016	6 351	4 217	3 486	1 628	1 245	31 431
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	34,32	24,03	0,67	1 274	1 480	3 270	4 730	6 402	3 865	2 534	1 186	928	25 669
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	12,04	8,43	0,67	394	437	953	1 438	1 759	1 167	725	379	319	7 572
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	47,40	33,18	0,67	1 812	2 098	5 106	7 019	9 672	5 191	3 375	1 631	1 312	37 216
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	125,55	87,89		5 983	6 357	13 972	18 203	24 184	14 441	10 120	4 824	3 804	101 888
OGÓLEM	125,55	87,89		5 983	6 357	13 972	18 203	24 184	14 441	10 120	4 824	3 804	101 888

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	31,79	22,25	0,67	2 503	2 341	4 642	5 016	6 351	4 217	3 486	1 628	1 245	31 431
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	34,32	24,03	0,67	1 274	1 480	3 270	4 730	6 402	3 865	2 534	1 186	928	25 669
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	12,04	8,43	0,67	394	437	953	1 438	1 759	1 167	725	379	319	7 572
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	47,40	33,18	0,67	1 812	2 098	5 106	7 019	9 672	5 191	3 375	1 631	1 312	37 216
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	125,55	87,89		5 983	6 357	13 972	18 203	24 184	14 441	10 120	4 824	3 804	101 888
OGÓLEM	125,55	87,89		5 983	6 357	13 972	18 203	24 184	14 441	10 120	4 824	3 804	101 888

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. 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	[MJ]	44 126	39 856	35 091	25 215	2 203	2 406	28 157	32 942	40 554	250 551
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	46 688	42 170	37 128	26 679	2 331	2 546	29 791	34 855	42 908	265 096
Okna	[MJ]	10 593	9 568	8 424	6 053	529	578	6 759	7 908	9 735	60 147
Drzwi wejściowe	[MJ]	373	337	297	213	19	20	238	279	343	2 120
Drzwi wejściowe stare	[MJ]	643	581	512	368	32	35	411	480	591	3 654
Strop nad piwnicą	[MJ]	12 127	10 953	9 643	6 929	605	661	7 738	9 053	11 145	68 855
Mostki liniowe	[MJ]	8 025	7 249	6 382	4 586	401	438	5 121	5 991	7 376	45 567
Podłoga na gruncie	[MJ]	12 448	11 243	9 899	7 113	621	679	7 943	9 293	11 440	70 681
Straty przez przegrody	[MJ]	135 024	121 957	107 376	77 157	6 741	7 363	86 158	100 801	124 093	766 671
Wentylacja	[MJ]	42 356	38 257	33 683	24 204	2 115	2 310	27 027	31 621	38 928	240 501
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	177 380	160 215	141 060	101 360	8 855	9 673	113 186	132 422	163 021	1 007 172
Zyski słoneczne	[MJ]	5 983	6 357	13 972	18 203	24 184	14 441	10 120	4 824	3 804	101 888
Zyski wewnętrzne	[MJ]	10 751	9 710	10 751	10 404	1 734	1 734	10 751	10 404	10 751	76 988
Razem zyski	[MJ]	16 734	16 067	24 723	28 607	25 918	16 175	20 871	15 228	14 554	178 876
Stosunek zysków do przeniesienia		0,0943	0,1003	0,1753	0,2822	2,9268	1,6722	0,1844	0,1150	0,0893	0,1776
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	1 174									
Pojemność cieplna	[J/K]	305 204 619									
Stała czasowa	[h]	27									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny $a_H$		2,79									
Parametr numeryczny $a_H + 1$		3,79									
$\eta$		0,9988	0,9985	0,9936	0,9788	0,3303	0,5313	0,9927	0,9979	0,9989	
Zyski ciepła	[MJ]	16 713	16 043	24 565	28 002	8 560	8 594	20 719	15 196	14 539	152 930
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	160 668	144 171	116 495	73 359	296	1 079	92 467	117 226	148 482	854 242

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

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesięczą	[°C]	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7	
Różnica temperatur	[°C]	21,0	21,0	16,7	12,4	6,5	7,1	13,4	16,2	19,3	
Liczba dni w miesiącu		31	28	31	30	5	5	31	30	31	222
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	0,432	0,432	2,678	2,592	2,678	19,181
Przegroda	Htr Hve										
Stropodach	[MJ]	9 051	8 175	7 198	5 172	452	494	5 775	6 757	8 318	51 392
Ściana zewnętrzna [SZ-I]	[MJ]	9 265	8 369	7 368	5 294	463	505	5 912	6 917	8 515	52 609
Okna	[MJ]	10 593	9 568	8 424	6 053	529	578	6 759	7 908	9 735	60 147
Drzwi wejściowe	[MJ]	373	337	297	213	19	20	238	279	343	2 120
Mostki liniowe	[MJ]	2 668	2 410	2 122	1 525	133	145	1 702	1 992	2 452	15 149
Drzwi wejściowe stare	[MJ]	351	317	279	201	18	19	224	262	323	1 993
Strop nad piwnicą	[MJ]	11 584	10 463	9 212	6 619	578	632	7 391	8 648	10 646	65 772
Podłoga na gruncie	[MJ]	12 448	11 243	9 899	7 113	621	679	7 943	9 293	11 440	70 681
Straty przez przegrody	[MJ]	56 333	50 882	44 798	32 190	2 812	3 072	35 946	42 055	51 773	319 862
Wentylacja	[MJ]	42 356	38 257	33 683	24 204	2 115	2 310	27 027	31 621	38 928	240 501
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	98 690	89 139	78 482	56 394	4 927	5 382	62 973	73 676	90 701	560 363
Zyski słoneczne	[MJ]	5 983	6 357	13 972	18 203	24 184	14 441	10 120	4 824	3 804	101 888
Zyski wewnętrzne	[MJ]	10 751	9 710	10 751	10 404	1 734	1 734	10 751	10 404	10 751	76 988
Razem zyski	[MJ]	16 734	16 067	24 723	28 607	25 918	16 175	20 871	15 228	14 554	178 876
Stosunek zysków do przeniesienia		0,1696	0,1802	0,3150	0,5073	5,2605	3,0055	0,3314	0,2067	0,1605	0,3192
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	1 174									
Pojemność ciepła	[J/K]	305 204 619									
Stała czasowa	[h]	48									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy a <sub>H,0</sub>		1									
Stała czasowa odniesienia t <sub>H,0</sub>	[h]	15									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub>		4,22									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub> + 1		5,22									
η		0,9995	0,9994	0,9948	0,9711	0,1900	0,3306	0,9937	0,9990	0,9996	
Zyski ciepła	[MJ]	16 726	16 057	24 593	27 780	4 923	5 347	20 739	15 212	14 549	145 926
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	81 964	73 082	53 889	28 614	4	35	42 235	58 464	76 152	414 437



## Z-12 Sprawności systemu grzewczego.

### Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			kotłownia gazowa
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,91	kotły w złym stanie technicznym
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,80	przewody w złym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e$	0,77	brak regulacji centralnej i miejscowej
5	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0$	0,561	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	$w_t$	1,00	praca ciągła
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	$w_d$	1,00	praca ciągła

### Sprawność systemu grzewczego dla optymalnego wariantu

1	Rodzaj systemu zasilania			kotłownia gazowa
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,94	kondensacyjny kocioł gazowy
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,90	przewody poziome i pionowe zaizolowane
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e$	0,88	regulacja centralna i regulacja miejscowa
5	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0$	0,74	
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 $A_f$	$\text{m}^2$	873,9
Liczba użytkowników	osoba	180
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	$\text{kWh/rok}$	7 350,4
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	26,5
Sprawność wytwarzania	-	0,850
Sprawność przesyłu	-	0,600
Sprawność akumulacji	-	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000
Sprawność całkowita	-	0,510
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{kWh/rok}$	14 412,6
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	51,9
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	$\text{m}^3/\text{h}$	0,080
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,625
Zużycie ciepła na ogrzanie $1 \text{ m}^3$ wody	$\text{GJ/m}^3$	0,370
Max. moc c.w.u.	$\text{kW}$	21,57
Średnia moc c.w.u.	$\text{kW}$	8,2
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$	16,5

## Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie jarzeniowe w ilości 102 sztuk opraw o mocy 75 W oraz żarowe w ilości 30 sztuk opraw o mocy 40 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 [m<sup>2</sup>].

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

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

gdzie:

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

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

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabelach poniżej:

Rodzaj opraw oświetleniowych	Jednostkowa moc opraw oświetleniowych W	Ilość sztuk	Moc opraw oświetleniowych W
przed modernizacją	75	102	7 650
	40	30	1 200
po modernizacji	45	102	4 590
	25	30	750

Powierzchnia użytkowa $A_f$	Moc zainstalowanych opraw oświetleniowych $P_{rzecz}$	Moc jednostkowa $P_N$		Czas użytkowania oświetlenia $t$
		przed modernizacją	po modernizacji	
[m <sup>2</sup> ]	[W]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[h/rok]
874	8 850	10,1	6,1	2 000

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	kWh/m <sup>2</sup> rok	20,25	12,22
Zużycie energii do oświetlenia	kWh/rok	17 700,00	10 680,00
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,68	0,68
Koszt energii elektrycznej	zł/rok	12 036,00	7 262,40
Oszczędność energii elektrycznej	zł/kWh	7 020,00	
	%	39,66	
Oszczędność kosztów	zł/rok	4 773,60	
Nakłady inwestycyjne <sup>1)</sup>	zł	132 962,41	
SPBT	lata	27,85	

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

W obliczeniach przyjęto następujące współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- gaz ziemny – 1,1.
- 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	1 574,51	437 363,89	437,36
zużycie po modernizacji	526,66	146 294,44	146,29
oszczędność	1 047,85	291 069,44	291,07
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	72,30	20 083,00	20,08
zużycie po modernizacji	47,03	13 063,00	13,06
oszczędność	25,27	7 020,00	7,02
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 646,81	457 446,89	457,44
zużycie po modernizacji	573,69	159 357,44	159,35
<b>oszczędność</b>	<b>1 073,12</b>	<b>298 089,44</b>	<b>298,09</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>65,16</b>		
<b>Energia pierwotna</b>			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	1 731,96	481 100,28	481,10
zużycie po modernizacji	579,33	160 923,89	160,92
oszczędność	1 152,64	320 176,39	320,18
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	216,90	60 249,00	60,25
zużycie po modernizacji	141,08	39 189,00	39,19
oszczędność	75,82	21 060,00	21,06
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 948,86	541 349,28	541,35
zużycie po modernizacji	720,41	200 112,89	200,11
<b>oszczędność</b>	<b>1 228,45</b>	<b>341 236,39</b>	<b>341,24</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>63,03</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 energii		WE	emisja CO <sub>2</sub>	Roczne zużycie energii		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	
gaz ziemny	1 574,51	-	56,10	88,33	526,66	-	56,10	29,55		
energia elektryczna	-	20,08	0,832	16,71	-	13,06	0,832	10,87		
				<b>105,04</b>				<b>40,41</b>	<b>64,63</b>	<b>61,53</b>

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

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

- ocieplenie ościeży,
- wymianę parapetów zewnętrznych,
- wymianę rur spustowych i orynowania,
- wykonanie opaski fundamentowej wraz z izolacją termiczną w obrębie naświetli do 1 m, izolacją przeciwwilgociową po obkopaniu naświetli po obwodzie oraz dostosowaniem naświetli do wykonanych prac termomodernizacyjnych wraz z wykonaniem odwodnienia i odtworzeniem obarierowania,
- odnowienie murków obwodowych,
- obróbki blacharskie,
- 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 naprawa tynków i malowanie elewacji,
- docieplenie daszków nad wejściami do budynków,
- prace modernizacyjne kanalizacji deszczowej odprowadzającej wodę z dachu,
- demontaż i utylizację starych futryn, okien i drzwi,
- obróbkę nowych okien i drzwi,
- odtworzenie i malowanie ubytków po pracach instalacyjnych w kolorystyce zgodnej z danym pomieszczeniem,
- sprawdzenie drożności przewodów kominowych i ewentualne ich oczyszczenie,
- prace instalacyjne i odtworzeniowe,
- niezbędne prace modernizacyjne w obrębie instalacji elektrycznej, wraz z ewentualnym położeniem nowego obwodu, o ile będzie to niezbędne,
- wycinkę drzew i krzewów kolidujących z wykonaniem prac termomodernizacyjnych oraz inne prace niezbędne do osiągnięcia pełnej funkcjonalności i estetyki budynku.