

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU MIEJSKIEGO PRZEDSZKOLA NR 10

ul. Ossowskiego 26

95 – 100 Zgierz




Zamawiający: Gmina Miasto Zgierz

pl. Jana Pawła II 16

95 – 100 Zgierz

Termin zakończenia pracy: maj 2017 roku

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej		1.2 Rok budowy	1977
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	Gmina Miasto Zgierz		ul.	Ossowskiego nr bud. 26
	pl.	Jana Pawła II nr 16	1.4 Adres budynku	kod 95-100 miejscowość Zgierz
	kod	95-100 miejscowość - Zgierz		powiat zgierski
	tel.	- fax -		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 				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)	
1.	mgr inż. Barbara Kosowska	Opracowanie kompleksowe: - zapotrzebowanie na ciepło - warianty termomodernizacji - analiza ekonomiczna	Kurs audytorów energetycznych FPE	
5. Miejscowość Kobyłka data wykonania opracowania: Maj 2017				
6. Spis treści				
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku.....				1
2. Karta audytu energetycznego budynku				2
3. Podstawa opracowania				4
3.1 Cel i zakres opracowania				4
3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu				4
3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy)				5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku				6
5. Ocena stanu technicznego budynku				7
5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku				7
5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania				8
5.3 Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u.				8
5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji				8
6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego.				8
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....				9
7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło				9
7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.				9
7.3 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.				15
7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.				16
7.5 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.				16
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				19
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.				21
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....				23
ZAŁĄCZNIKI.....				24
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła				24
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją				25
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji				26
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację				27
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego				27
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła				27
Z-7 Projektowana strata ciepła				28
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego				29
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu.				30
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009				31
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009				32
Z-12 Sprawności systemu grzewczego				33
Z-13 Ciepła woda użytkowa				34
Z-14 Oświetlenie wewnętrzne				35
Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej				37
Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego				38
Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące				39

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Szkieletowa	Szkieletowa
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 478	2 478
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	843	843
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	843	843
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	150	150
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralny/ podgrzewacz elektryczny	centralny/ podgrzewacz elektryczny
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	pompowy z rozdziałem dolnym	pompowy z rozdziałem dolnym
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,995	0,995
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m²K)]			
1	Ściany zewnętrzne	0,239	0,239
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,316	0,316
3	Strop nad piwnicą	-	-
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,353	0,353
5	Okna, drzwi balkonowe	1,500	1,500
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,600	1,500
7	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,88	0,88	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	0,60	0,60	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	0,85	0,85	
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 ³ /h]	2 112	2 000	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	1,02	0,97	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	51,61	51,37	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	21,29	21,29	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	397,39	245,45	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	708,87	291,19	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	56,72	56,72	
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 ² rok)]	130,96	80,89	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	233,61	95,96	
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 ³ ciepłej wody użytkowej	[zł/m ³]	21,33	21,33	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	-	-	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej	[zł/(m ² m-c)]	3,92	1,82	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu ¹⁾	[zł]	568 799,90	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	54,56
Planowane koszty całkowite ²⁾	[zł]	568 799,90	Premia termomodernizacyjna	[zł]	42 516,82
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	21 258,41			

¹⁾ W przypadku ubiegania się o premię termomodernizacyjną.

²⁾ 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 10 w Zgierzu, ul. Ossowskiego 26 i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, konieczne do przyznania premii termomodernizacyjnej.

3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu.

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

9. Ministerstwo Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków
10. Polska Norma PN-EN-ISO 14683; „Mostki 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 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 budynek			
Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	1977
Adres budynku	ul. Ossowskiego 26, 95 – 100 Zgierz	Właściciel	Gmina Miasto Zgierz, pl. Jana Pawła II 16, 95 – 100 Zgierz
4.2 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Szkieletowa		
Liczba kondygnacji	podziemnych	nadziemnych	
	0	1	
Rodzaj dachu	Stropodach kryty papą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	2 478	-	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	843	-	
Współczynnik kształtu	0,995		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	2,5	-	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	150	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	10,5	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Położenie	Pow. netto [m ²]	U [W/m ² K]
Stropodach wentylowany		935,14	0,316
Ściana zewnętrzna [SZ-1]		503,93	0,239
Okna	S	0,00	1,500
	SW	24,94	1,500
	W	0,00	1,500
	NW	26,45	1,500
	N	0,00	1,500
	NE	8,39	1,500
	E	0,00	1,500
	SE	26,98	1,500
Drzwi wejściowe		5,40	2,600
Podłoga na gruncie		935,14	0,335

5. Ocena stanu technicznego budynku

5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku.

W opracowaniu analizie poddano budynek Miejskiego Przedszkola Nr 10, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Ossowskiego 26. Budynek jest niepodpiwniczony wykonany w technologii szkieletowej. Ściany zewnętrzne stanowi szkielet drewniany, wypełniony wełną mineralną grubości 5 cm, ocieplony dodatkowo styropianem grubości 10cm. W budynku zastosowano stropodach konstrukcji drewnianej, kryty papą, ocieplony wełną mineralną 10 cm. Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry. Zastrzeżenia budzi izolacyjność termiczna niektórych przegród zewnętrznych.

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

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

Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych analizowanego budynku wynoszą:

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| - stropodach | - 0,316 W/m ² K, |
| - ściany zewnętrzne | - 0,239 W/m ² K, |
| - podłoga na gruncie | - 0,353 W/m ² K |

są więc wyższe od wymaganych i przegrody te powinny zostać ocieplone. Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji podłogi na gruncie. Ze względów ekonomicznych (bardzo długie SPBT) w opracowaniu nie będzie analizowane dodatkowe ocieplenie stropodachu i ścian zewnętrznych.

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

- | | |
|---------|-------------------------|
| - okna | -1,1 W/m ² K |
| - drzwi | -1,5 W/m ² K |

W budynku starą stolarkę okienną wymieniono na okna o współczynniku przenikania ciepła 1,5 W/m²K. Wymieniona stolarka jest w dobrym stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu nie będzie analizowana jej wymiana.

W budynku zastosowano drzwi wejściowe o współczynniku przenikania ciepła $2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wymieniona stolarka jest w złym technicznym, w związku z tym w opracowaniu zostanie analizowana jej wymiana.

5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania.

Źródłem ciepła dla budynków jest kotłownia gazowa, zlokalizowana w sąsiednim budynku. Zainstalowany w 2002 roku niskotemperaturowy kocioł gazowy jest w dobrym stanie technicznym. Instalacja CO została wykonana jako wodna o parametrach wody grzejnej $90/70^\circ\text{C}$ z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. Instalacja została wykonana z rur stalowych czarnych, spawanych, bez zaworów podpionowych. Przewody poziome izolowane (zły stan izolacji). W budynku zainstalowano grzejniki żeliwne bez zaworów z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny zarówno grzejników jak i instalacji jest zły, dlatego w opracowaniu zostanie przeanalizowana ich wymiana.

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

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z kotła gazowego zainstalowanego w sąsiednim budynku, który jest w dobrym stanie technicznym. Dodatkowo w łazience dla personelu jest zainstalowany elektryczny przepływowy podgrzewacz wody typu Dafi 3,7. Instalacja c.w.u. jest w dobrym stanie technicznym, dlatego w opracowaniu nie będzie analizowana modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej.

5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji.

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

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

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

- modernizację wentylacji mechanicznej,
- wymianę drzwi wejściowych,
- wymianę instalacji, grzejników oraz montaż zaworów z głowicami termostatycznymi,
- montaż Systemu Zarządzania Energią,

7.Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
1	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Modernizację instalacji wentylacji mechanicznej. Wymiana drzwi wejściowych.
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Wymiana orurowania. Wymiana grzejników. Montaż zaworów z głowicami termostatycznymi. Montaż Systemu Zarządzania Energią.

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

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

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

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

gdzie:

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

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

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

gdzie:

- x_0, x_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, wówczas gdy okna i drzwi nie pełnią funkcji doprowadzenia powietrza, w przypadku gdy pełnią taką rolę (powietrze dostaje się do pomieszczeń przez nieszczelności okien, drzwi, nawiewniki okienne lub ścienne) jest to zapotrzebowanie na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, GJ/rok,
- O_{0z}, O_{1z} - opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła, odpowiadająca:
 - dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za ciepło i zmiennej opłacie za usługi przesyłowe, zł/GJ,
 - dla energii elektrycznej - sumie stawek za energię czynną, systemową opłatę przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej przeliczonej na zł/GJ,
 - dla gazu - stawce opłaty zmiennej na przesłane paliwo zł/m^3 przeliczonej na zł/GJ,
 - dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - stawce opłaty zmiennej określonej wg kalkulacji kosztów rodzajowych przeliczonej na zł/GJ,

- y_0, y_1 - udział n -tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- q_0, q_1 - zapotrzebowanie na moc cieplną odpowiednio na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację lub na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,
- O_{0m}, O_{1m} - opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla n -tego źródła, odpowiadająca:
- dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za zamówioną moc cieplną i opłacie stałej za usługi przesyłowe, zł/(MW*miesiąc),
 - dla gazu - składnikowi stałemu wyznaczonemu na jednostkę mocy umownej w miesięcznym okresie rozliczeniowym przeliczonemu na zł/(MW*miesiąc),
 - dla energii elektrycznej - składnikowi stałemu stawki sieciowej zł/(kW*miesiąc), przeliczonemu na zł/(MW*miesiąc),
 - dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem -składnikowi miesięcznych kosztów stałych, określonych zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych, odniesionych do mocy źródła, zł/(MW*miesiąc),
- Ab_0, Ab_1 - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, zł.

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

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

gdzie:

- S_d - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4), dzień*K/rok,
- U - współczynnik przenikania ciepła okna lub drzwi przed i po termomodernizacji, W/(m² * 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 przepisami techniczno-budowlanymi,
- A_{Ok} - powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, m²,

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

Liczbę stopniodni S_d oblicza się z zależności::

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

gdzie:

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

$t_e(m)$ - 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, °C,

$L_d(m)$ - liczba dni ogrzewania w miesiącu m , podana w tabeli 1 lub przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi i charakterystyką budynku dla danej lokalizacji,

L_g - liczba miesięcy ogrzewania w ciągu roku.

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

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

gdzie:

S_d - jak we wzorze (4),

U - jak we wzorze (3),

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

V_{nom} - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków projektowych dla wentylacji naturalnej; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw, m^3/h ,

c_r - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2,

c_w - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2.

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

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

gdzie:

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

t_{z0} - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej,

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

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

U - jak we wzorze (3),

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

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

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

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

gdzie:

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

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

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

U - jak we wzorze (3),

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

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

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

gdzie:

a - jak we wzorze (6),

l - jak we wzorze (6),

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

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

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

Jak wspomniano w części opisowej Audytu w analizowanym budynku zastosowano wentylację mieszaną, która nie działa prawidłowo, ze względu na szczelność okien i drzwi oraz zły stan techniczny wentylatorów dachowych. W związku z tym proponuje się zainstalowanie wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła, poprzez wymianę istniejących wentylatorów dachowych na nowe, montowane w ścianach zewnętrznych, z wymiennikiem krzyżowym. Przyjęto, że w wyniku ogrzewania powietrza napływowego przez powietrze wypływowe nastąpi obniżenie zużycia ciepła o 67%. Założono sumaryczną wydajność wentylacji mechanicznej około 2 000 m³/h. Przy powyższych założeniach oszczędność energii z powyższego rozwiązania wyniesie:

Przy powyższych założeniach oszczędność energii z powyższego rozwiązania wyniesie:

Strumień powietrza	V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v	Sd	Q	ΔQ
	[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]	-	GJ	GJ
Obecnie	2 112	0,33	697,06	3 696,40	222,62	153,06
Docelowo	2 000	0,33	217,80	3 696,40	69,56	

Natomiast opłacalność przedsięwzięcia zamieszczono w poniższej tabeli:

ΔQ	Oszczędność	Nakład	SPBT
GJ	zł	zł	lat
153,06	8 555,62	352 000,00	41,14

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

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu drzwi wejściowych (o powierzchni około 5,40 m²) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	c _r	c _w	Q	q	ΔO	N	SPBT
	W/m ² *K	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	2,6	1,1	1,0	18,95	0,002	-	-	-
1	1,7	1,0	1,0	16,08	0,002	198,75	9 450,00	47,55
2	1,5	1,0	1,0	15,74	0,002	222,66	9 990,00	44,87
3	1,3	1,0	1,0	15,39	0,002	246,57	11 070,00	44,90

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/m²K. Dlatego to rozwiązanie zostanie uwzględnione w dalszej analizie. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

7.3 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja wentylacji	352 000,00	41,15
2	Wymiana drzwi wejściowych	9 990,00	44,87

7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

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

Tabela 7a. Szacunkowe koszty modernizacji budynku wg wariantu I

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja wentylacji	352 000,00	41,15
2	Wymiana drzwi wejściowych	9 990,00	44,87
	Ogółem	361 990,00	

Tabela 7b. Szacunkowe koszty modernizacji budynku wg wariantu II

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja wentylacji	352 000,00	41,15
	Ogółem	352 003,00	

7.5 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

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

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

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

gdzie:

- N_{CO} – planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego, zł,
 ΔO_{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 ΔO_{rCO} dla n-tego źródła obliczono wg wzoru:

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

gdzie:

- x_0, x_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- Q_{OCO} - sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą obliczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych wg tabeli 2 Rozporządzenia, GJ/rok,
- η_0, η_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 η_0, η_1 , oblicza się z zależności:

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

gdzie:

- η_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,

- η_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,
- η_r – sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- η_e – sprawność akumulacji ciepła przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej.

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

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0516	0,0516
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	397	397
3	Ogólna sprawność CO	-	0,5606	0,7207
4	Obniżenie nocne ¹⁾	-	1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe ¹⁾	-	1,00	0,90
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO z uwzględnieniem sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	709	471
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	36 078,93	23 994,60
8	Roczna opłata stała	zł/rok	3 541,51	3 541,51
9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło C.W.U	GJ/rok	25,52	25,52
10	Ogólna sprawność C.W.U	-	0,4500	0,4500

11	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CWU z uwzględnieniem sprawności	GJ/rok	56,72	56,72
12	Cena ciepła C.W.U	zł/GJ	50,90	50,90
13	Koszt ciepła CO	zł	39 620,44	27 536,11
14	Koszt ciepła CWU	zł	2 886,84	2 886,84
15	Koszt ciepła	zł	42 507,28	30 422,95
16	Oszczędność kosztów	zł		12 084,33
17	Koszt modernizacji	zł		206 809,90
18	SPBT	lat		17,11

¹⁾ 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 ΔO_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 _{CO}	Q _{CO}	η	w	q _{CWU}	Q _{CWU}	Oplata CWU	Q _{CO+CWU}	KOSZT	GJ/rok	%	zł/rok
	MW	GJ/rok	-	-	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok			
0	0,0516	397,39	0,5606	1	0,004	0,004	39 620,44	0,004	708,87	2 886,84	766	42 507,28
I+A	0,0514	245,45	0,7207	0,855	0,004	0,004	18 362,03	0,004	291,19	2 886,84	348	21 248,87
II+A	0,0516	247,30	0,7207	0,855	0,004	0,004	18 473,50	0,004	293,38	2 886,84	350	21 360,34
A	0,0516	397,39	0,7207	0,855	0,004	0,004	27 536,11	0,004	471,44	2 886,84	528	30 422,95

Dokumentacja wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite ¹⁾	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu ²⁾			Premia termomodernizacyjna				
					[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]	[%]	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2 lata oszczędności
1	2	3	4	5	[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]	[zł/rok]	[zł]	[zł]	[zł]
1	I+A	568 799,90	21 258,41	54,56	0,00	0,00	0,00	113 759,98	91 007,98	42 516,82	42 516,82	42 516,82
2	II+A	558 812,90	21 146,94	54,27	0,00	0,00	0,00	111 762,58	89 410,06	42 293,88	42 293,88	42 293,88
4	A	206 809,90	12 084,33	31,01	0,00	0,00	0,00	41 361,98	33 089,58	24 168,66	24 168,66	24 168,66

¹⁾ Podana kwota jest wielkością szacunkową

²⁾ 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. Wymianę drzwi o powierzchni około 5,4 m² na drzwi o współczynniku przenikania $U=1,5$ W/m²K zgodnie z Aprobata Techniczna zgodnie z Aprobata Techniczna, zaleceniami producenta.. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np. demontaż i utylizacja starych futryn i drzwi, montaż i obróbka nowych drzwi ect. oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
2. Modernizację instalacji wentylacji poprzez wymianę istniejących wentylatorów dachowych na wentylatory naścienne nawiewno - wywiewne z wymiennikiem krzyżowym, o łącznej wydajności około 2000 m³. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia
3. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez:
 - wymianę rurociągów oraz ich izolację w pomieszczeniach nieogrzewanych,
 - wymianę istniejących grzejników na grzejniki płytowe (około 52 szt.),
 - montaż zaworów z głowicami termostatycznymi (około 52 szt.),
 - montaż automatycznych odpowietrzników,
 - montaż instalacji mieszania pompowego,
 - regulację instalacji grzewczej,
 - prace instalacyjne, odtworzeniowe i inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

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

4. Instalację Systemu Zarządzania Energią uwzględniającą montaż urządzeń niezbędnych do funkcjonowania systemu, odczyt oraz analizę pomiarów mediów takich jak: energia elektryczna, energia cieplna dla potrzeb instalacji c.o., energia cieplna dla potrzeb instalacji c.w.u, woda, z udziałem elektronicznego narzędzia, które ma umożliwiać bieżącą kontrolę oraz zmianę parametrów pracy instalacji c.o. w sposób zdalny z dowolnego miejsca za pośrednictwem komputera wyposażonego w dostęp do Internetu. Celem systemu będzie utrzymanie optymalnych parametrów pracy, w sposób zapewniający optymalne zużycie energii z jednoczesnym zachowaniem komfortu cieplnego w okresie użytkowania budynku. W kosztach inwestycji uwzględniono inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia, w tym szkolenie w zakresie działania systemu.

System Zarządzania Energią powinien zapewnić:

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

- zastosowanie w systemie urządzeń pomiarowych co najmniej II klasy dokładności oraz umożliwiać komunikację opartą na otwartych protokołach komunikacyjnych.

10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

1	Całkowity koszt robót szacuje się na	568 799,90 zł
2	Przewidywana premia termomodernizacyjna	42 516,82 zł
3	Efekt modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji	21 258,41 zł
4	Czas zwrotu nakładów SPBT	26,76 lat



mgr inż. Barbara Kosowska

ZALĄCZNIKI

Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.

Zużycie gazu	[m ³]	19 625
	[kWh]	220 197
Współczynnik konwersji	[kWh/m ³]	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]	29 332,46
Ciepło w gazie	[GJ]	708,87
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	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m ² K/W	[W/m ² K]
Stropodach wentylowany	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,316
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Pustka powietrzna	30,0			0,160	
	Wełna mineralna	6,0	0,060	0,045	1,333	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,16	0,160	
	Wełna mineralna	5,0	0,05	0,050	1,000	
	Płyta pilśniowa twarda	2,0	0,02	0,18	0,111	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,0150	0,820	0,018	
	R				3,022	
	R _{si}				0,100	
	R _{se}				0,040	
	R _T				3,162	
	Ściana zewnętrzna [SZ-1]	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	
Styropian		10,0	0,100	0,040	2,500	
Płyta pilśniowa twarda		2,0	0,020	0,180	0,111	
Wełna mineralna		5,0	0,050	0,045	1,111	
Pustka powietrzna		6,0	0,060		0,180	
Płyta gipsowa		2,5	0,025	0,300	0,083	
Tynk cem.-wapienny		1,5	0,015	0,820	0,018	
R					4,022	
R _{si}					0,130	
R _{se}					0,040	
R _T					4,192	
Podłoga na gruncie		Kleпка dębowa	2,0	0,020	0,220	0,091
	Płyta betonowa	5,0	0,05	1,05	0,048	
	Styropian	2,0	0,02	0,045	0,444	
	Płyta betonowa	10,0	0,1	1,05	0,095	
	Keramzyt	15,0	0,15	0,20	0,750	
	R				1,428	
	Opór zastępczy gruntu				1,404	
	R _T				2,832	
Okna nowe				U ₀	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,500	1,0	1,500
Drzwi wejściowe				2,600	1,0	2,600

Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji.

Przegroda	Wyszczególnienie	d_1	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m ² K/W	[W/m ² K]
Stropodach wentylowany	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,316
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Pustka powietrzna	30,0			0,160	
	Wełna mineralna	6,0	0,060	0,045	1,333	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,16	0,160	
	Wełna mineralna	5,0	0,05	0,050	1,000	
	Płyta pilśniowa twarda	2,0	0,02	0,18	0,111	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,0150	0,820	0,018	
	R				3,022	
	R _{si}				0,100	
	R _{se}				0,040	
	R _T				3,162	
	Ściana zewnętrzna [SZ-1]	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	
Styropian		10,0	0,100	0,040	2,500	
Płyta pilśniowa twarda		2,0	0,020	0,180	0,111	
Wełna mineralna		5,0	0,050	0,045	1,111	
Pustka powietrzna		6,0	0,060		0,180	
Płyta gipsowa		2,5	0,025	0,300	0,083	
Tynk cem.-wapienny		1,5	0,015	0,820	0,018	
R					4,022	
R _{si}					0,130	
R _{se}					0,040	
R _T					4,192	
Podłoga na gruncie	Kleпка dębowa	2,0	0,020	0,220	0,091	0,353
	Płyta betonowa	5,0	0,05	1,05	0,048	
	Styropian	2,0	0,02	0,045	0,444	
	Płyta betonowa	10,0	0,1	1,05	0,095	
	Keramzyt	15,0	0,15	0,20	0,750	
	R				1,428	
	Opór zastępczy gruntu				1,404	
	R _T				2,832	
Okna nowe				U ₀	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,500	1,0	1,500
Drzwi wejściowe				1,500	1,0	1,500

Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza	
		obecnie	docelowo
Kubatura wentylowana V_{ve}	[m ³]	2 065	
Powierzchnia ogrzewana A_f	[m ²]	843	
Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s*m ²]	0,56*10 ⁻³	
Średni strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s]	0,47	
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m ³ /s]	0,11	0,11
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m ³ /s]	0,59	0,59
Współczynniki korekcyjne	c_r	-	1,0
	c_w	-	1,0
	c_m	-	1,0
Strumień powietrza	[m ³ /s]	0,59	0,59
Strumień powietrza	[m ³ /h]	2 112	2 112
Sprawność wymiennika	-	-	0,67
Strumień powietrza	[m ³ /h]	2 112	2 000
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	697,06	217,80
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	1,02	0,97

Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.

	Wsp.	Kubatura	Krotność	Wsp. osł.	Wsp. wys.	Strumień
	-	[m ³]	[h ⁻¹]	-	-	[m ³ /h]
Strumień higieniczny		2 065	0,5			1 032,6

Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m ²]	[W/m ²]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	843	4,7	3 962

Z-7 Projektowana strata ciepła.

Projektowana strata ciepła obecnie

Przegroda	A	U	b_u	H_t	$\Delta\Theta$ [°C]	Φ [kW]	
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]			
Stropodach wentylowany	935,14	0,316	1,0	296	40	11,83	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	503,93	0,239	1,0	120		4,81	
Okna	86,76	1,500	1,0	130		5,21	
Drzwi wejściowe	5,40	2,600	1,0	14		0,56	
Podłoga na gruncie	935,14	0,353	1,0	330		13,21	
Mostki liniowe	l	ψ	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	176,92	0,050	1,0	9		0,35	
nadproża	89,22	0,200	1,0	18		0,71	
podokien	89,22	0,220	1,0	20		0,79	
balkony	4,00	0,650	1,0	3		0,10	
Ogółem				939		37,57	
Wentylacja		V_1	ρ^*c_p	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		1 033	0,34	351	14,04		
OGÓLEM					51,61		

Projektowana strata ciepła dla wariantu optymalnego

Przegroda	A	U	b_u	H_{tr}	$\Delta\Theta$ [°C]	Φ [kW]	
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]			
Stropodach wentylowany	935,14	0,316	1,0	296	40	11,83	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	503,93	0,239	1,0	120		4,81	
Okna nowe	86,76	1,500	1,0	130		5,21	
Drzwi wejściowe	5,40	1,500	1,0	8		0,32	
Podłoga na gruncie	935,14	0,353	1,0	330		13,21	
Mostki liniowe	l	ψ	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	176,92	0,050	1,0	9		0,35	
nadproża	89,22	0,200	1,0	18		0,71	
podokien	89,22	0,220	1,0	20		0,79	
balkony	4,00	0,650	1,0	3		0,10	
Ogółem				933		37,33	
Wentylacja		V_1	ρ^*c_p	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		1 033	0,34	351	14,04		
OGÓLEM					51,37		

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 ²]	[m ²]											
Okna stare													
S	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	0,00	0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Okna nowe													
S	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	24,94	17,46	0,67	1 608	1 546	3 031	3 717	4 948	3 158	2 431	1 136	873	22 447
W	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	26,45	18,52	0,67	866	963	2 136	3 323	4 300	2 647	1 607	833	701	17 376
N	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	8,39	5,87	0,67	275	305	697	1 084	1 450	832	509	264	222	5 638
E	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	26,98	18,89	0,67	1 782	1 717	3 692	4 317	5 744	3 322	2 532	1 223	969	25 298
Razem	86,76	60,73		4 530	4 531	9 556	12 440	16 443	9 959	7 079	3 456	2 766	70 760
OGÓLEM	86,76	60,73		4 530	4 531	9 556	12 440	16 443	9 959	7 079	3 456	2 766	70 760

Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu.

	Pow.	Wsp. przep.	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
	[m ²]											
Okna stare												
S	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Okna nowe												
S	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	24,94	0,67	1 608	1 546	3 031	3 717	4 948	3 158	2 431	1 136	873	22 447
W	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	26,45	0,67	866	963	2 136	3 323	4 300	2 647	1 607	833	701	17 376
N	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	8,39	0,67	275	305	697	1 084	1 450	832	509	264	222	5 638
E	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	26,98	0,67	1 782	1 717	3 692	4 317	5 744	3 322	2 532	1 223	969	25 298
Razem	86,76		4 530	4 531	9 556	12 440	16 443	9 959	7 079	3 456	2 766	70 760
OGÓLEM	86,76		4 530	4 531	9 556	12 440	16 443	9 959	7 079	3 456	2 766	70 760

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]	16 633	15 023	13 227	9 504	830	907	10 613	12 417	15 286	94 441
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	6 761	6 107	5 377	3 864	338	369	4 314	5 048	6 214	38 391
Okna	[MJ]	7 320	6 612	5 821	4 183	365	399	4 671	5 465	6 728	41 564
Drzwi wejściowe	[MJ]	790	713	628	451	39	43	504	590	726	4 484
Mostki liniowe	[MJ]	2 751	2 485	2 188	1 572	137	150	1 756	2 054	2 529	15 623
Podłoga na gruncie	[MJ]	18 571	16 774	14 769	10 612	927	1 013	11 850	13 864	17 068	105 449
Straty przez przegrody	[MJ]	52 827	47 714	42 010	30 187	2 637	2 881	33 708	39 437	48 550	299 952
Wentylacja	[MJ]	39 207	35 413	31 179	22 404	1 957	2 138	25 018	29 270	36 033	222 620
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	92 034	83 127	73 189	52 591	4 595	5 019	58 726	68 707	84 584	522 572
Zyski słoneczne	[MJ]	4 530	4 531	9 556	12 440	16 443	9 959	7 079	3 456	2 766	70 760
Zyski wewnętrzne	[MJ]	10 611	9 584	10 611	10 269	1 711	1 711	10 611	10 269	10 611	75 987
Razem zyski	[MJ]	15 141	14 115	20 167	22 709	18 154	11 671	17 690	13 725	13 376	146 747
Stosunek zysków do przenoszenia		0,1645	0,1698	0,2755	0,4318	3,9512	2,3255	0,3012	0,1998	0,1581	0,2808
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	843									
Pojemność cieplna	[J/K]	219 154 000									
Stała czasowa	[h]	37									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny a_H		3,48									
Parametr numeryczny $a_H + 1$		4,48									
η		0,9984	0,9983	0,9918	0,9687	0,2515	0,4167	0,9892	0,9971	0,9986	
Zyski ciepła	[MJ]	15 117	14 090	20 002	21 998	4 566	4 864	17 499	13 684	13 358	125 178
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	76 917	69 037	53 187	30 592	29	155	41 227	55 023	71 226	397 394

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. miesięca	[°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]	16 633	15 023	13 227	9 504	830	907	10 613	12 417	15 286	94 441
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	6 761	6 107	5 377	3 864	338	369	4 314	5 048	6 214	38 391
Okna	[MJ]	7 320	6 612	5 821	4 183	365	399	4 671	5 465	6 728	41 564
Drzwi wejściowe	[MJ]	456	412	362	260	23	25	291	340	419	2 587
Mostki liniowe	[MJ]	2 751	2 485	2 188	1 572	137	150	1 756	2 054	2 529	15 623
Podłoga na gruncie	[MJ]	18 571	16 774	14 769	10 612	927	1 013	11 850	13 864	17 068	105 449
Straty przez przegrody	[MJ]	52 493	47 413	41 744	29 996	2 621	2 863	33 495	39 188	48 243	298 055
Wentylacja	[MJ]	12 250	11 065	9 742	7 000	612	668	7 817	9 146	11 259	69 559
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	64 743	58 478	51 486	36 996	3 232	3 531	41 312	48 334	59 502	367 614
Zyski słoneczne	[MJ]	4 530	4 531	9 556	12 440	16 443	9 959	7 079	3 456	2 766	70 760
Zyski wewnętrzne	[MJ]	10 611	9 584	10 611	10 269	1 711	1 711	10 611	10 269	10 611	75 987
Razem zyski	[MJ]	15 141	14 115	20 167	22 709	18 154	11 671	17 690	13 725	13 376	146 747
Stosunek zysków do przenieszenia		0,2339	0,2414	0,3917	0,6138	5,6167	3,3057	0,4282	0,2840	0,2248	0,3992
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	843									
Pojemność ciepła	[J/K]	219 154 000									
Stała czasowa	[h]	53									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy		1									
$a_{H,0}$		15									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$		4,53									
Parametr numeryczny a_H		5,53									
Parametr numeryczny $a_H + 1$											
η		0,9989	0,9988	0,9912	0,9545	0,1780	0,3016	0,9876	0,9976	0,9991	
Zyski ciepła	[MJ]	15 124	14 097	19 990	21 676	3 231	3 520	17 470	13 692	13 364	122 164
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	49 619	44 380	31 497	15 320	1	11	23 842	34 642	46 138	245 449

Z-12 Sprawności systemu grzewczego.

Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			kotłownia gazowa
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91	niskotemperaturowy kocioł gazowy w dobrym stanie technicznym
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80	przewody w złym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,77	regulacja centralna, brak regulacji miejscowej
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,561	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	0,90	obniżenie tygodniowe
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	0,95	obniżenie nocne

Sprawność systemu grzewczego dla optymalnego wariantu

1	Rodzaj systemu zasilania			kotłownia gazowa
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91	niskotemperaturowy kocioł gazowy w dobrym stanie technicznym
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90	przewody poziome izolowane
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,88	regulacja centralna i miejscowa
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,72	
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	kg/dm^3	1
Powierzchnia pomieszeń A_f	m^2	842,9
Liczba użytkowników	osoba	150
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	kWh/rok	7 090,0
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	25,5
Sprawność wytwarzania	-	0,880
Sprawność przesyłu	-	0,600
Sprawność akumulacji	-	0,850
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000
Sprawność całkowita	-	0,450
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	kWh/rok	15 755,5
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	56,7
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m^3/h	0,067
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,744
Zużycie ciepła na ogrzanie 1 m^3 wody	GJ/m^3	0,419
Max. moc c.w.u.	kW	21,29
Średnia moc c.w.u.	kW	7,8
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$	18,7

Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie jarzeniowe w ilości 101 sztuk opraw o mocy 40 W i 8 sztuk opraw o mocy 20W oraz tradycyjne żarowe w ilości 49 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 [m²].

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	40	101	4 040
	20	8	160
	60	49	2 940
po modernizacji	24	101	2 424
	20	8	160
	25	49	1 225

Powierzchnia użytkowa A_f	Moc zainstalowanych opraw oświetleniowych P_{rzecz}	Moc jednostkowa P_N		Czas użytkowania oświetlenia t
		przed modernizacją	po modernizacji	
[m ²]	[W]	[W/m ²]	[W/m ²]	[h/rok]
843	7 140	8,5	4,5	2 200

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	kWh/m ² rok	18,64	9,94
Zużycie energii do oświetlenia	kWh/rok	15 708,00	8 379,80
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,72	0,72
Koszt energii elektrycznej	zł/rok	11 309,76	6 033,46
Oszczędność energii elektrycznej	zł/kWh	7 328,20	
	%	46,65	
Oszczędność kosztów	zł/rok	5 276,30	
Szacunkowe nakłady inwestycyjne ¹⁾ ,	zł	120 332,53	
SPBT	lata	22,81	

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, modernizacja wentylacji, 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
Energia końcowa:			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	765,59	212 663,89	212,66
zużycie po modernizacji	347,91	96 641,67	96,64
oszczędność	417,68	116 022,22	116,02
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	110,82	30 783,00	30,78
zużycie po modernizacji	84,44	23 454,80	23,45
oszczędność	26,38	7 328,20	7,33
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	876,41	243 446,89	243,44
zużycie po modernizacji	432,35	120 096,47	120,09
oszczędność	444,06	123 350,42	123,35
oszczędność %	50,67		
Energia pierwotna			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	842,15	233 930,28	233,93
zużycie po modernizacji	382,70	106 305,83	106,31
oszczędność	459,45	127 624,45	127,62
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	332,46	92 349,00	92,35
zużycie po modernizacji	253,31	70 364,40	70,36
oszczędność	79,14	21 984,60	21,98
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 174,61	326 279,28	326,28
zużycie po modernizacji	636,01	176 670,23	176,67
oszczędność	538,59	149 609,05	149,61
oszczędność %	45,85		

Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego

Wskaźnik emisji (WE CO₂) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnotowym Systemie Handlu Upewnieniami do Emisji za rok 2016 publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE)

	Roczna redukcja emisji CO ₂									
	Roczne zużycie ciepła		WE	emisja CO ₂	Roczne zużycie ciepła		WE	emisja CO ₂	emisja CO ₂	
	GJ	MWh	kg/ GJ; Mg/MWh	Mg	GJ	MWh	kg/ GJ; Mg/MWh	Mg	Mg	%
	przed modernizacją				po modernizacji				redukcja	
sieć miejska	765,59	-	56,10	42,95	347,91	-	56,10	19,52		
energia elektryczna	-	30,78	0,832	25,61	-	23,45	0,832	19,51		
				68,56				39,03	29,53	43,07

Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące

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

- prace modernizacyjne na elewacji
- prace modernizacyjne kanalizacji deszczowej odprowadzającej wodę z dachu,
- remont opaski fundamentowej wraz z ze zmianą spadku oraz uzupełnieniem brakujących elementów,
- demontaż i utylizację starych futryn, drzwi,
- zaślepienie od wewnątrz otworów po trzech sztukach drzwi wejściowych w technologii istniejących ścian zewnętrznych.
- likwidacja wentylatorów dachowych z naprawą poszycia dachowego,
- obróbki blacharskie,
- wymianę instalacji elektrycznej,
- po wymianie instalacji elektrycznej wykonanie zabudowy podwieszanych sufitów,
- odtworzenie i malowanie ubytków po pracach instalacyjnych w kolorystyce zgodnej z danym pomieszczeniem,
- prace instalacyjne i odtworzeniowe,
- wycinkę drzew i krzewów kolidujących z wykonaniem prac termomodernizacyjnych oraz inne prace niezbędne do osiągnięcia pełnej funkcjonalności i estetyki budynku.