

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU URZĘDU STANU CYWILNEGO

ul. 1 Maja 5

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		1900
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	pl.	Jana Pawła II	nr 16
	kod	95-100	miejsowość Zgierz
	tel.	-	fax -
	1.4 Adres budynku		ul. 1 Maja
		kod 95-100	miejsowość Zgierz
		powiat	zgierski
		województwo	łódzkie
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt: "ELEKO" Franciszek Radomski 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>Bllososka</i>
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	mgr inż. Barbara Kosowska	Opracowanie kompleksowe: - zapotrzebowanie na ciepło - warianty termomodernizacji - analiza ekonomiczna	Kurs audytorów energetycznych FPE
5. Miejscowość		Kobyłka	data wykonania opracowania: Maj 2017
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku.....			1
2. Karta audytu energetycznego budynku			2
3. Podstawa opracowania.....			4
3.1 Cel i zakres opracowania.....			4
3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu.....			4
3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy).....			5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6
5. Ocena stanu technicznego budynku			7
5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku.....			7
5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania.....			8
5.3 Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u.....			8
5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji.....			8
6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego.....			8
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....			8
7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących 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.....			14
7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.....			15
7.5 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.....			15
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....			18
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.....			20
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....			21
ZAŁĄCZNIKI.....			22
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.....			22
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją.....			23
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji.....			24
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.....			25
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.....			25
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.....			25
Z-7 Projektowana strata ciepła.....			26
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego.....			27
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu.....			28
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.....			29
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.....			30
Z-12 Sprawności systemu grzewczego.....			31
Z-13 Ciepła woda użytkowa.....			32
Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.....			33
Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej.....			35
Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego.....			36
Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące.....			37

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 ³]	2 580	2 580
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	996,07	996,07
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	996,07	996,07
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	10	10
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	podgrzewacze elektryczne	podgrzewacze elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	pompowy z rozdziałem dolnym	pompowy z rozdziałem dolnym
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,558	0,558
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m²K)]			
1	Ściany zewnętrzne	1,014	1,014
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,246	0,246
3	Strop nad piwnicą	0,736	0,736
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	-	-
5	Okna, drzwi balkonowe	1,500	1,500
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,700	1,700
7	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,93
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,99	0,99	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	1,00	1,00	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji	[-]	1,00	1,00	
5. Charakterystyka systemu wentylacji					
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)		naturalna	mechaniczna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		okna /kanały	okna /kanały	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /h]	2 139	2 000	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	1,00	0,94	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	56,38	56,38	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	1,25	1,25	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	424,03	271,11	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	740,15	348,29	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	30,47	30,47	
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)]	118,25	75,61	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	206,41	97,13	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	54,47	54,47	
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]	181,58	181,58	
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)]	4,29	2,35	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu ¹⁾	[zł]	309 400,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	50,85
Planowane koszty całkowite ²⁾	[zł]	309 400,00	Premia termomodernizacyjna	[zł]	46 404,08
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	23 202,04			

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 Urzędu Stanu Cywilnego w Zgierzu przy ul. 1 Maja 5 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 termomodernizacyjnego (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.
3. Wszelkie prace budowlane i instalacyjne można wykonać po uzyskaniu zgody konserwatora zabytków.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Dane identyfikujące budynek			
Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	1900
Adres budynku	ul. 1 Maja 5 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	Dach kryty blachodachówką		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	2 580	979	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	996,07	268,73	
Powierzchnia całkowita	1 264,80		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,4	2,7	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	10	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	12	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Położenie	Pow. netto	U
		[m ²]	[W/m ² K]
Dach		467,98	0,246
Ściana zewnętrzna [SZ-1]		458,57	1,014
Okna	S	13,68	1,500
	SW	0,00	1,500
	W	24,80	1,500
	NW	0,00	1,500
	N	13,52	1,500
	NE	1,92	1,500
	E	28,60	1,500
	SE	0,00	1,500
Drzwi wejściowe		8,07	1,700
Strop nad piwnicą		421,60	0,736

5. Ocena stanu technicznego budynku

5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku.

W opracowaniu analizie poddano budynek Urzędu Stanu Cywilnego, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. 1 Maja 5. Budynek znajduje się w gminnej ewidencji zabytków i jest wybudowany w technologii tradycyjnej. Obiekt jest podpiwniczony. Ściany zewnętrzne murowane z cegły pełnej grubości 60cm, nieocieplone. Nad budynkiem zastosowano dach konstrukcji drewnianej, kryty blachodachówką, ocieplony wełną mineralną. 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 ² K, |
| - dla ścian zewnętrznych | - 0,23 W/m ² K, |
| - dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą | - 0,25 W/m ² K, |

Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych analizowanego budynku wynoszą:

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| - stropodach | - 0,246 W/m ² K, |
| - ściany zewnętrzne | - 1,014 W/m ² K, |
| - strop nad piwnicą | - 0,736 W/m ² K |

są więc wyższe od wymaganych i przegrody te powinny zostać ocieplone. Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji stropu nad piwnicą. Ze względów ekonomicznych (bardzo długie SBPT) w opracowaniu nie będzie analizowane docieplenie dachu. Ze względu na brak zgody konserwatora zabytków w opracowaniu nie będzie analizowane ocieplenie ścian zewnętrznych.

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

- | | |
|---------|-------------------------|
| - okna | -1,3 W/m ² K |
| - drzwi | -1,7 W/m ² K |

W budynku w ramach prac termomodernizacyjnych 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 w ramach prac termomodernizacyjnych starą stolarkę drzwiową wymieniono na drzwi o współczynniku przenikania ciepła 1,7 W/m²K. Wymieniona stolarka jest w dobrym stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu nie będzie analizowana jej wymiana

5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania.

Źródłem ciepła dla budynku jest węzeł cieplny, zlokalizowany w piwnicy budynku. Węzeł jest w dobrym stanie technicznym. Przy węźle zainstalowano licznik ciepła na potrzeby instalacji c.o. Instalacja c.o. wykonana jako wodna o parametrach wody grzejnej 90/70°C z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. W budynku zainstalowano grzejniki żeliwne bez zaworów z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny grzejników i instalacji jest zły, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowana zostanie kompleksowa modernizacja instalacji c.o., polegająca na wymianie orurowania oraz montażu nowych grzejników z zaworami z głowicami termostatycznymi.

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

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z podgrzewaczy elektrycznych, bezpośrednio przy punktach odbioru. Przyjęte rozwiązania są właściwe technicznie, dlatego modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji.

W budynku zastosowano wentylację grawitacyjną. Ze względu na niedostateczną wymianę powietrza w pomieszczeniach, w opracowaniu przeanalizowany zostanie montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z rekuperacją.

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

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

- montaż wentylacji mechanicznej,
- wymianę instalacji c.o.
- wymianę grzejników,
- montaż zaworów z głowicami termostatycznymi,

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	Montaż wentylacji mechanicznej z rekuperacją.
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Wymiana instalacji c.o. Wymiana grzejników. Montaż zaworów z głowicami termostatycznymi

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:

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

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 zdalacznego - 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/m³ 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 zdalacznego - 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:

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 ,

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

Q_{inf} - roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie niepożądanego strumienia powietrza napływającego przez nieszczelności okien i drzwi, obliczane według wzoru (8), GJ/rok.

Liczbę stopniodni S_d oblicza się wg wzoru:

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

gdzie:

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

$t_e(m)$ - 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:

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

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, $^{\circ}C$

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

U - jak we wzorze (3),

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

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

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

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

gdzie:

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

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

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

U - jak we wzorze (3),

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

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

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

gdzie:

a - jak we wzorze (6),

l - jak we wzorze (6),

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

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

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

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

Jak wspomniano w części opisowej Audytu w analizowanym budynku zastosowano wentylację grawitacyjną. Ponieważ w obiekcie występują problemy z obiegiem powietrza, proponuje się zastosowanie wentylacji wymuszonej. W tym celu przewidziano zainstalowanie centrali wentylacyjnej, wyposażonej w kompletną instalację nawiewno – wywiewną, złożoną z :

- nawiew: czerpni, filtrów, wentylatorów z płynną regulacją, nagrzewnic i chłodnic wraz z instalacjami, przepustnic, kanałów wraz z izolacjami, kratek, regulatorów itd.
- wywiew: kanałów z izolacjami, kratek, wentylatorów, przepustnic, wyrzutni.

W celu oszczędności energii przewidziano dodatkowo zainstalowanie wymiennika krzyżowego o sprawności minimum 67 %. Założono sumaryczną wydajność wentylacji mechanicznej 2 000 m³/h. Dodatkowo przewidziano zainstalowanie w kanałach wentylacji wywiewnych czujników CO₂.

Przy powyższych założeniach oszczędność energii z powyższego rozwiązania wyniesie:

Strumień powietrza	V ₁	ρ*c _p	H _v	Sd	Q	ΔQ
	[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]	-	GJ	GJ
Obecnie	2 139	0,33	706	3 696,40	225,39	155,83
Docelowo	2 000	0,33	218	3 696,40	69,56	

Natomiast opłacalność przedsięwzięcia zamieszczono w poniższej tabeli:

ΔQ	Oszczędność	Szacunkowy nakład	SPBT
GJ	zł	zł	lat
155,83	10 793,74	176 000,00	16,31

Z przeprowadzonej analizy wynika, że modernizacja instalacji wentylacji zwróci się w ciągu 16,31 lat.

7.3 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja wentylacji	176 000,00	16,31

7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

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

Tabela 7a. Szacunkowe koszty modernizacji budynku wg wariantu I

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja wentylacji	176 000,00	16,31
	Ogółem	176 000,00	

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:

$$SPBT = \frac{N_{CO}}{\sum_n \Delta O_{rCO}}, [\text{lata}] \quad (1)$$

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:

$$\Delta O_{rCO} = (x_0 * w_{t0} * w_{d0} * Q_{OCO} * O_{0z} / \eta_0 - x_1 * w_{t1} * w_{d1} * Q_{OCO} * O_{1z} / \eta_1) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}] \quad (2)$$

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,
- η_0, η_1 - całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po modernizacji obliczona wg wzoru (3),
- 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} - 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 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 - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, zł.

Całkowitą sprawność systemu grzewczego η_0, η_1 , oblicza się z zależności:

$$\eta_0, \eta_1 = \eta_w \eta_p \eta_r \eta_e, \quad (3)$$

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.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0564	0,0564
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO bez uwzględnienia sprawności	GJ/rok	424	424
3	Ogólna sprawność CO	-	0,5729	0,7784
4	Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO z uwzględnieniem sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	740,15	544,75
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	51 266,23	39 696,59
8	Oszczędność kosztów	zł/rok		11 569,64
9	Szacunkowy koszt modernizacji	zł		133 400,00
10	SPBT	lat		11,53

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 _{CO*w/η}	Oplata CO	q _{CWU}	Q _{CWU}	Oplata CWU	Q _{CO+CWU}	KOSZT	GJ/rok	%	zł/rok
	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok			
0	0,0564	424,03	0,5729	1	740,15	51 266,23	0,000	30,47	5 300,87	771	56 567,10			
I+A	0,0564	271,11	0,7784	1	348,29	28 064,19	0,000	30,47	5 300,87	379	33 365,06	392	50,85	23 202,04
A	0,0564	424,03	0,7784	1	544,75	39 696,59	0,000	30,47	5 300,87	575	44 997,46	195	25,36	11 569,64

Dokumentacja wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite ¹⁾	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Szacunkowa 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]	[zł]	[zł]	
1	I+A	309 400,00	23 202,04	50,85	0,00	0,00	6	0,00	7	61 880,00	49 504,00	46 404,08
2	A	133 400,00	11 569,64	25,36	309 400,00	100,00		100,00	26 680,00	21 344,00	23 139,28	
					0,00	0,00		0,00				
					133 400,00	100,00		100,00				

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 (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. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania oraz źródła ciepła poprzez:

- wymianę przewodów rurowych stalowych na przewody z rur z tworzywa sztucznego, zestabilizowanych aluminium,
- wymianę istniejących grzejników na grzejniki płytowe,
- montaż zaworów z głowicami termostatycznymi,
- montaż zaworów podpionowych,
- montaż automatycznych odpowietrzników,
- regulację instalacji grzewczej,
- prace instalacyjne, odtworzeniowe i inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

2. Modernizację instalacji wentylacji poprzez:

- montaż centrali wentylacyjnej o wydajności około 2 000 m³, wyposażonej w kompletne instalacje nawiewno – wywiewne,
- montaż wymiennika krzyżowego o sprawności minimum 67 %, w celu odzysku ciepła,
- zainstalowanie w kanałach wentylacji wywiewnej czujników CO₂,
- montaż licznika chłodu,
- prace instalacyjne, odtworzeniowe i inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

1	Całkowity szacunkowy koszt robót	309 400,00	zł
2	Przewidywana premia termomodernizacyjna	46 404,08	zł
3	Efektem modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji	23 202,04	zł
4	Czas zwrotu nakładów SPBT	13,34	lat



mgr inż. Barbara Kosowska

ZAŁĄCZNIKI

Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.

Ceny jednostkowe ciepła dla potrzeb c.o. obecnie i docelowo

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł(MW*m-c)	4 646,22	5 714,85
Przesył	zł(MW*m-c)	4 293,44	5 280,93
Razem opłata stała	zł(MW*m-c)	8 939,66	10 995,78
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	32,83	40,38
Przesył	zł/GJ	15,31	18,83
Razem opłata zmienna	zł/GJ	48,14	59,21
Abonament	zł/(pkt.*m-c)	0,00	0,00

Ceny jednostkowe ciepła dla potrzeb c.w.u. obecnie i docelowo

Cena jednostkowa z uwzgl. wszystkich składników stałych i zmiennych	zł/kWh	0,6263
	zł/GJ	173,97
Ceny jednostkowe są cenami brutto i nie zawierają kosztów nieulegających zmianie (np. koszt obsługi. korzystania ze środowiska itp.)		

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]
Dach	Blachodachówka	1,5	0,015	59,000	0,000	0,246
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Wełna mineralna	15,0	0,150	0,040	3,750	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,82	0,018	
	R				3,925	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,040	
	R_T				4,065	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	1,014
	Mur z cegły pełnej	60,0	0,600	0,770	0,779	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,816	
	R_{si}				0,130	
	R_{se}				0,040	
	R_T				0,986	
Strop nad piwnicą	Klepka drewniana	2,5	0,025	0,160	0,156	0,736
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,00	0,030	
	Polepa	3,0	0,03	0,09	0,333	
	Strop	24,0	0,24		0,480	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				1,018	
	R_{si}				0,170	
	R_{se}				0,170	
	R_T				1,358	
Okna				U_0	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,500	1,0	1,500
Drzwi wejściowe				1,700	1,0	1,700

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]
Dach	Blachodachówka	1,5	0,015	59,000	0,000	0,246
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Wełna mineralna	15,0	0,150	0,040	3,750	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,82	0,018	
	R				3,925	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,040	
	R_T				4,065	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	1,014
	Mur z cegły pełnej	60,0	0,600	0,770	0,779	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,816	
	R_{si}				0,130	
	R_{se}				0,040	
	R_T				0,986	
Strop nad piwnicą	Klepka drewniana	2,5	0,025	0,160	0,156	0,736
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,00	0,030	
	Polepa	3,0	0,03	0,09	0,333	
	Strop	24,0	0,24		0,480	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				1,018	
	R_{si}				0,170	
	R_{se}				0,170	
	R_T				1,358	
Okna				U_0	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,500	1,0	1,500
Drzwi wejściowe				1,700	1,0	1,700

Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza		
		obecnie	docelowo	
Kubatura wentylowana V_{ve}	[m ³]	2 139		
Przyjęto 1 wymianę na godzinę	[h]	1		
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m ³ /h]	2 139		
Współczynniki korekcyjne	c_r	-	1,0	1,0
	c_w	-	1,0	1,0
	c_m	-	1,0	1,0
Strumień powietrza wentylacji naturalnej	[m ³ /h]	2 139	-	
Strumień powietrza wentylacji mechanicznej	[m ³ /h]	-	2 000	
Skuteczność odzysku ciepła	-	-	0,67	
Strumień powietrza	[m ³ /h]	2 139	2 000	
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	706	218	
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	1,00	0,94	

Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.

	Wsp.	Kubatura	Krotność	Wsp. osł.	Wsp. wys.	Strumień
	-	[m ³]	[h ⁻¹]	-	-	[m ³ /h]
Strumień higieniczny		2 139	0,5			1 069,3

Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m ²]	[W/m ²]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	996	4,7	4 682

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]		
Dach	467,98	0,246	1,0	115	40	4,61
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	458,57	1,014	1,0	465		18,61
Okna	82,51	1,500	1,0	124		4,95
Drzwi wejściowe	8,07	1,700	1,0	14		0,55
Strop nad piwnicą	421,60	0,736	0,80	248		9,94
Mostki liniowe	l	ψ	□			
	[m]	[W/mK]				
ościeża	110,30	0,190	1,0	21		0,84
nadproża	50,24	0,600	1,0	30		1,21
podokien	50,24	0,570	1,0	29		1,15
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00
Ogółem				1 046		41,84
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v		
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]		
		1 069	0,34	364		
OGÓŁEM						56,38

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]		
Dach	467,98	0,246	1,0	115	40	4,61
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	458,57	1,014	1,0	465		18,61
Okna	82,51	1,500	1,0	124		4,95
Drzwi wejściowe	8,07	1,700	1,0	14		0,55
Strop nad piwnicą	421,60	0,736	0,80	248		9,94
Mostki liniowe	l	ψ	□			
	[m]	[W/mK]				
ościeża	110,30	0,190	1,0	21		0,84
nadproża	50,24	0,600	1,0	30		1,21
podokien	50,24	0,570	1,0	29		1,15
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00
Ogółem				1 046		41,84
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v		
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]		
		1 069	0,34	364		
OGÓŁEM						56,38

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	13,68	9,58	0,67	1 077	1 008	1 998	2 159	2 733	1 815	1 500	701	536	13 526
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	24,80	17,36	0,67	921	1 069	2 363	3 418	4 625	2 793	1 830	857	670	18 545
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	13,52	9,46	0,67	442	491	1 071	1 614	1 975	1 311	814	426	358	8 503
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	30,52	21,36	0,67	1 167	1 351	3 287	4 519	6 226	3 342	2 173	1 050	844	23 958
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	82,51	57,76		3 607	3 919	8 718	11 709	15 560	9 260	6 318	3 033	2 409	64 532
OGÓLEM	82,51	57,76		3 607	3 919	8 718	11 709	15 560	9 260	6 318	3 033	2 409	64 532

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 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	13,68	9,58	0,67	1 077	1 008	1 998	2 159	2 733	1 815	1 500	701	536	13 526
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	24,80	17,36	0,67	921	1 069	2 363	3 418	4 625	2 793	1 830	857	670	18 545
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	13,52	9,46	0,67	442	491	1 071	1 614	1 975	1 311	814	426	358	8 503
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	30,52	21,36	0,67	1 167	1 351	3 287	4 519	6 226	3 342	2 173	1 050	844	23 958
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	82,51	57,76		3 607	3 919	8 718	11 709	15 560	9 260	6 318	3 033	2 409	64 532
OGÓLEM	82,51	57,76		3 607	3 919	8 718	11 709	15 560	9 260	6 318	3 033	2 409	64 532

Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Srednia temp. miesiaca	[°C]	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7	
Różnica temperatur	[°C]	21,0	21,0	16,7	12,4	6,5	7,1	13,4	16,2	19,3	
Liczba dni w miesiacu		31	28	31	30	5	5	31	30	31	222
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	0,432	0,432	2,678	2,592	2,678	19,181
Straty	H_{tr}, H_{ve}										
Dach	[MJ]	6 476	5 849	5 150	3 700	323	353	4 132	4 834	5 951	36 769
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	26 164	23 632	20 807	14 951	1 306	1 427	16 695	19 533	24 046	148 561
Okna	[MJ]	6 962	6 288	5 536	3 978	348	380	4 442	5 197	6 398	39 528
Drzwi wejściowe	[MJ]	771	697	613	441	38	42	492	576	709	4 379
Strop nad piwnicą	[MJ]	13 971	12 619	11 110	7 983	697	762	8 915	10 430	12 840	79 327
Mostki liniowe	[MJ]	4 485	4 051	3 567	2 563	224	245	2 862	3 348	4 122	25 466
Straty przez przegrody	[MJ]	58 828	53 135	46 783	33 616	2 937	3 208	37 538	43 918	54 066	334 030
Wentylacja	[MJ]	39 695	35 854	31 567	22 683	1 982	2 165	25 329	29 634	36 482	225 392
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	98 524	88 989	78 350	56 299	4 919	5 373	62 868	73 552	90 548	559 422
Zyski słoneczne	[MJ]	3 607	3 919	8 718	11 709	15 560	9 260	6 318	3 033	2 409	64 532
Zyski wewnętrzne	[MJ]	12 539	11 326	12 539	12 135	2 022	2 022	12 539	12 135	12 539	89 795
Razem zyski	[MJ]	16 146	15 244	21 257	23 844	17 582	11 282	18 857	15 168	14 948	154 327
Stosunek zysków do przenoszenia		0,1639	0,1713	0,2713	0,4235	3,5747	2,1000	0,2999	0,2062	0,1651	0,2759
Typ budynku		bardzo ciężki (370 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	996									
Pojemność ciepłota	[J/K]	3 68 545 900									
Stała czasowa	[h]	58									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$		15									
Parametr numeryczny a_H		4,90									
Parametr numeryczny $a_H + 1$		5,90									
η		0,9999	0,9999	0,9988	0,9914	0,2794	0,4695	0,9981	0,9997	0,9999	
Zyski ciepła	[MJ]	16 144	15 242	21 231	23 638	4 912	5 297	18 820	15 162	14 946	135 392
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	82 380	73 747	57 119	32 662	7	75	44 047	58 390	75 602	424 030

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

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Srednia temp. miesiaca	[°C]	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7	
Różnica temperatur	[°C]	21,0	21,0	16,7	12,4	6,5	7,1	13,4	16,2	19,3	
Liczba dni w miesiacu		31	28	31	30	5	5	31	30	31	222
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	0,432	0,432	2,678	2,592	2,678	19,181
Przegroda	Htr Hve										
Dach	[MJ]	6 476	5 849	5 150	3 700	323	353	4 132	4 834	5 951	36 769
Ściana zewnętrzna [SZ-I]	[MJ]	26 164	23 632	20 807	14 951	1 306	1 427	16 695	19 533	24 046	148 561
Okna	[MJ]	6 962	6 288	5 536	3 978	348	380	4 442	5 197	6 398	39 528
Drzwi wejściowe	[MJ]	771	697	613	441	38	42	492	576	709	4 379
Mostki liniowe	[MJ]	4 485	4 051	3 567	2 563	224	245	2 862	3 348	4 122	25 466
Strop nad piwnicą	[MJ]	13 971	12 619	11 110	7 983	697	762	8 915	10 430	12 840	79 327
Straty przez przegrody	[MJ]	58 828	53 135	46 783	33 616	2 937	3 208	37 538	43 918	54 066	334 030
Wentylacja	[MJ]	12 250	11 065	9 742	7 000	612	668	7 817	9 146	11 259	69 559
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	71 079	64 200	56 525	40 617	3 548	3 876	45 355	53 064	65 325	403 588
Zyski słoneczne	[MJ]	3 607	3 919	8 718	11 709	15 560	9 260	6 318	3 033	2 409	64 532
Zyski wewnętrzne	[MJ]	12 539	11 326	12 539	12 135	2 022	2 022	12 539	12 135	12 539	89 795
Razem zyski	[MJ]	16 146	15 244	21 257	23 844	17 582	11 282	18 857	15 168	14 948	154 327
Stosunek zysków do przenoszenia		0,2271	0,2374	0,3761	0,5870	4,9549	2,9108	0,4158	0,2858	0,2288	0,3824
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	996									
Pojemność ciepła	[J/K]	368 545 900									
Stała czasowa	[h]	81									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy a _{H,0}		1									
Stała czasowa odniesienia t _{H,0}	[h]	15									
Parametr numeryczny a _H		6,40									
Parametr numeryczny a _H + 1		7,40									
η		0,9999	0,9999	0,9988	0,9861	0,2018	0,3433	0,9979	0,9998	0,9999	
Zyski ciepła	[MJ]	16 145	15 243	21 232	23 512	3 548	3 873	18 817	15 164	14 947	132 480
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	54 934	48 957	35 293	17 105	0	3	26 538	37 899	50 378	271 108

Z-12 Sprawności systemu grzewczego.

Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			sieć miejska
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,93	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80	przewody poziome i pionowe w złym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,77	regulacja centralna, bez regulacji miejscowej
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,57	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	1,00	praca ciągła
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	1,00	praca ciągła

Sprawność systemu grzewczego dla optymalnego wariantu

1	Rodzaj systemu zasilania			sieć miejska
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,93	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90	przewody poziome i pionowe izolowane
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,93	regulacja centralna i miejscowa
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,78	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	1,00	praca ciągła
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	1,00	praca ciągła

Z-13 Ciepła woda użytkowa.

Wyszczególnienie	Jednostka	obecnie	docelowo
Ciepło właściwe wody	kJ/kg*K	4,19	4,19
Gęstość wody	kg/dm ³	1	1
Powierzchnia pomieszczeń A _f	m ²	996,07	996,07
Liczba użytkowników	osoba	10	10
Zużycie jednostkowe	dm ³ /(m ² doła)	0,80	0,80
Temperatura ciepłej wody	°C	55	55
Temperatura wody zimnej	°C	10	10
Współczynnik korekcyjny	-	0,55	0,55
Czas pracy instalacji cwu	doła	365	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego	kWh/rok	8 378,4	8 378,4
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	30,2	30,2
Sprawność wytwarzania	-	0,990	0,990
Sprawność przesyłu	-	1,000	1,000
Sprawność akumulacji	-	1,000	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000	1,000
Sprawność całkowita	-	0,990	0,990
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	kWh/rok	8 463,0	8 463,0
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	30,5	30,5
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m ³ /h	0,004	0,004
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	5,314	5,314
Zużycie ciepła na ogrzanie 1 m ³ wody	GJ/m ³	0,190	0,190
Max. moc c.w.u.	kW	1,25	1,25
Średnia moc c.w.u.	kW	0,2	0,2
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	kWh/(m ² *rok)	8,5	8,5

Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie jarzeniowe w ilości 86 sztuk opraw o mocy 72 W oraz żarowe w ilości 53 sztuk opraw o mocy 40 W, 17 sztuk opraw o mocy 80W, 8 sztuk opraw o mocy 320 W oraz 1 oprawę o mocy 600 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	600	1	600
	320	8	2 560
	80	17	1 360
	72	86	6 192
	40	53	2 120
po modernizacji	300	1	300
	160	8	1 280
	40	17	680
	45	86	3 870
	25	53	1 325

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]
996,07	12 832	12,9	7,5	1 600

	Jednostka	po modernizacji	po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	kWh/m ² rok	20,61	11,98
Zużycie energii do oświetlenia	kWh/rok	20 531,20	11 928,00
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,63	0,63
Koszt energii elektrycznej	zł/rok	12 934,66	7 514,64
Oszczędność energii elektrycznej ¹⁾	zł/kWh	8 603,20	
	%	41,90	
Oszczędność kosztów	zł/rok	5 420,02	
Szacowane nakłady inwestycyjne ^{1), 2)}	zł	67 309,96	
SPBT	lata	12,42	

1) do obliczeń oszczędności energii elektrycznej oraz nakładów inwestycyjnych przyjęto oprawy LEDowe.

2) 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 (wymiana instalacji c.o., montaż wentylacji mechanicznej z rekuperacją, wymiana oświetlenia wewnętrznego). W związku z tym, że na dzień sporządzenia audytu nie ma ostatecznych wytycznych konserwatorskich dotyczących modernizacji wentylacji, w tabeli nr 1 przedstawiono efekt energetyczny wynikający z realizacji wszystkich przedsięwzięć, natomiast w tabeli nr 2 efekt energetyczny, w którym nie uwzględniono modernizacji wentylacji.

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:

$$Q_p = Q_k * w_p$$

Tabela nr 1. Efekt energetyczny wynikający z realizacji wszystkich przedsięwzięć

Wyszczególnienie	GJ	kWh	MWh
Energia końcowa:			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	740,15	205 597,22	205,60
zużycie po modernizacji	348,29	96 747,22	96,75
oszczędność	391,86	108 850,00	108,85
<i>energia elektryczna</i>			0,00
zużycie przed modernizacją	104,38	28 995,09	29,00
zużycie po modernizacji	73,41	20 391,89	20,39
oszczędność	30,97	8 603,20	8,60
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	844,53	234 592,31	234,60
zużycie po modernizacji	421,70	117 139,11	117,14
oszczędność	422,83	117 453,20	117,46
oszczędność %		50,07	
Energia pierwotna			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	962,20	267 276,39	267,28
zużycie po modernizacji	452,78	125 771,39	125,77
oszczędność	509,42	141 505,00	141,51
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	313,15	86 985,27	86,99
zużycie po modernizacji	220,23	61 175,67	61,18
oszczędność	92,91	25 809,60	25,81
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 275,34	354 261,66	354,27
zużycie po modernizacji	673,01	186 947,06	186,95
oszczędność	602,33	167 314,60	167,32
oszczędność %		47,23	

Tabela nr 2. Efekt energetyczny nieuwzględniający modernizacji wentylacji.

Wyszczególnienie	GJ	kWh	MWh
Energia końcowa:			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	740,15	205 597,22	205,60
zużycie po modernizacji	544,75	151 319,44	151,32
oszczędność	195,40	54 277,78	54,28
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	104,38	28 995,09	29,00
zużycie po modernizacji	73,41	20 391,89	20,39
oszczędność	30,97	8 603,20	8,60
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	844,53	234 592,31	234,60
zużycie po modernizacji	618,16	171 711,33	171,71
oszczędność	226,37	62 880,98	62,89
oszczędność %	26,80		
Energia pierwotna			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	962,20	267 276,39	267,28
zużycie po modernizacji	708,18	196 715,28	196,72
oszczędność	254,02	70 561,11	70,56
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	313,15	86 985,27	86,99
zużycie po modernizacji	220,23	61 175,67	61,18
oszczędność	92,91	25 809,60	25,81
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 275,34	354 261,66	354,27
zużycie po modernizacji	928,41	257 890,95	257,90
oszczędność	346,93	96 370,71	96,37
oszczędność %	27,20		

Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego

Wskaźnik emisji (WE CO₂) 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). W związku z tym, że na dzień sporządzenia audytu nie ma ostatecznych wytycznych konserwatorskich dotyczących modernizacji wentylacji, w tabeli nr 1 przedstawiono efekt ekologiczny wynikający z realizacji wszystkich przedsięwzięć, natomiast w tabeli nr 2 efekt ekologiczny, w którym nie uwzględniono modernizacji wentylacji.

Tabela nr 1. Efekt ekologiczny wynikający z realizacji wszystkich przedsięwzięć.

	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	740,15	-	94,96	70,28	348,29	-	94,96	33,07		
energia elektryczna	-	29,00	0,832	24,13	-	20,39	0,832	16,96		
				94,41				50,04	44,37	47,00

Tabela nr 2. Efekt ekologiczny nieuwzględniający modernizacji wentylacji.

	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	740,15	-	94,96	70,28	544,75	-	94,96	51,73		
energia elektryczna	-	29,00	0,832	24,13	-	20,39	0,832	16,96		
				94,41				68,69	25,72	27,24

Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące

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

- prace instalacyjne i odtworzeniowe.