

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

MIEJSKIEGO PRZEDSZKOLA NR 15

ul. Boya - Żeleńskiego 10 - blok 90

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	
			1981	
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	Gmina Miasto Zgierz		1.4 Adres budynku	
	ul.	Boya - Żeleńskiego		nr bud.
	pl.	Jana Pawła II		16
	kod	95-100		miejsowość
	Zgierz			
	tel.	-	fax	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:				
..... "ELEKO" Franciszek Radomyski 05-230 Kobyłka, ul. Nadarzyn 2a; REGON 010492283.....				
3. Imię i nazwisko adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:				
mgr inż. Barbara Kosowska <i>Bllosowka</i>				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)	
1.	mgr inż. Barbara Kosowska	Opracowanie kompleksowe: - zapotrzebowanie na ciepło - warianty termomodernizacji - analiza ekonomiczna	Kurs audytorów energetycznych FPE	
5. Miejsowość Kobyłka data wykonania opracowania: Maj 2017				
6. Spis treści				
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku.....			1	
2. Karta audytu energetycznego budynku			2	
3. Podstawa opracowania.....			4	
3.1 Cel i zakres opracowania.....			4	
3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu.....			4	
3.3 Wytoczne, 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.....			8	
7.2 Metoda wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.....			9	
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			11	
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.....			13	
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....			14	
ZAŁĄCZNIKI.....			15	
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.....			15	
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją.....			16	
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji.....			17	
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.....			17	
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.....			18	
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.....			18	
Z-7 Projektowana strata ciepła.....			19	
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego.....			20	
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu.....			21	
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.....			22	
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.....			23	
Z-12 Sprawności systemu grzewczego.....			24	
Z-13 Ciepła woda użytkowa.....			25	
Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.....			26	
Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej.....			28	
Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego.....			29	
Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące.....			30	

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Uprzemysłowiona	Uprzemysłowiona
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 905	1 905
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	635	635
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	635	635
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	120	120
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralna	centralna
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	pompowy z rozdziałem dolnym	pompowy z rozdziałem dolnym
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,576	0,576
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m²K)]			
1	Ściany zewnętrzne	0,209	0,209
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	-	-
3	Strop nad piwnicą	0,691	0,691
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 [-]	0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,93	0,93
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,91	0,91	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	0,60	0,60	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji	[-]	1,00	1,00	
5. Charakterystyka systemu wentylacji					
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)		naturalna	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		okna /kanały	okna /kanały	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /h]	1 597	1 597	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	1,01	1,01	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	35,84	35,84	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	34,96	34,96	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	266,81	266,81	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	325,26	278,10	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	34,96	34,96	
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)]	116,73	116,73	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	142,30	121,67	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	59,21	59,21	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	10 995,78	10 995,78	
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej	[zł/m ³]	9,47	9,47	
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)]	3,15	2,78	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu ¹⁾	[zł]	34 797,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	13,09
Planowane koszty całkowite ²⁾	[zł]	34 797,00	Premia termomodernizacyjna	[zł]	5 584,68
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	2 792,34			

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 15 w Zgierzu, ul. Boya - Żeleńskiego 10 i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, konieczne do przyznania premii termomodernizacyjnej.

3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu.

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

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

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

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

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Dane identyfikujące budynku			
Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	1981
Adres budynku	ul. Boya - Żeleńskiego 10 95 – 100 Zgierz	Właściciel	Gmina Miasto Zgierz, pl. Jana Pawła II 16, 95 – 100 Zgierz
4.2 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Uprzemysłowiona		
Liczba kondygnacji	podziemnych	nadziemnych	
	0	1	
Rodzaj dachu	Stropodach kryty papą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	1 905	0	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	634,9	0	
Współczynnik kształtu	0,576		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	2,5	-	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	120	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	10	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Położenie	Pow. netto	U
		[m ²]	[W/m ² K]
Ściana zewnętrzna szczytowa		57,57	0,209
Ściana zewnętrzna osłonowa		278,73	0,245
Okna	S	40,17	1,500
	SW	0,00	1,500
	W	0,00	1,500
	NW	0,00	1,500
	N	43,85	1,500
	NE	0,00	1,500
	E	0,00	1,500
	SE	0,00	1,500
Drzwi wejściowe		3,53	1,700
Strop nad piwnicą		672,87	0,691

5. Ocena stanu technicznego budynku

5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku.

W opracowaniu analizie poddano budynek Miejskiego Przedszkola Nr 15, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Boya - Żeleńskiego 10. Miejskie Przedszkole Nr 15 mieści się na parterze budynku wielorodzinnego. Budynek jest podpiwniczony, wykonany w technologii wielkopłytywowej. Ściany budynku systemowe, ocieplone styropianem grubości 12cm. Nad budynkiem zastosowano stropodach wentylowany, kryty papą, ocieplony wełną mineralną grubości 22cm. 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 analizowanej części budynku wynoszą:

- | | |
|---------------------|-------------------------------------|
| - ściany zewnętrzne | - 0,209 - 0,245 W/m ² K, |
| - strop nad piwnicą | - 0,691 W/m ² K |

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

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

- | | |
|---------|-------------------------|
| - okna | -1,1 W/m ² K |
| - drzwi | -1,5 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 1,5 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 miejska sieć ciepłownicza, a w budynku zainstalowano wymiennikowy węzeł dwufunkcyjny z automatyką pogodową, w dobrym stanie technicznym. Instalacja c.o. została wykonana jako wodna o parametrach wody grzejnej 90/70°C z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. Instalacja została w 2011 roku zmodernizowana. W budynku zainstalowano grzejniki żeliwne, z zaworami z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny grzejników i instalacji jest dobry w związku z tym w opracowaniu zostanie przeanalizowany montaż systemu zarządzania energią.

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

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z miejskiej sieci ciepłowniczej, a w budynku zainstalowano węzeł ciepły, który jest własnością dostawcy energii. Instalacja c.w.u. jest w dobrym stanie technicznym i jej modernizacja nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji.

W budynku zastosowano wentylację grawitacyjną, w dobrym stanie technicznym.

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

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

- 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	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Montaż Systemu Zarządzania Energią.

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

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

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

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

gdzie:

- N_{CO} – planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego, zł,
- 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:

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

gdzie:

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

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

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

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istn.	Stan docelowy
1	Obliczeniowa moc cieplna c.o.	MW	0,0358	0,0358
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	267	267
3	Ogólna sprawność c.o.	-	0,8203	0,8203
4	Obniżenie nocne ¹⁾	-	1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe ¹⁾	-	1,00	0,90
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. z uwzględnieniem sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	325,27	278,10
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	23 982,43	21 190,09
8	Oszczędność kosztów	zł/rok		2 792,34
9	Szacunkowy koszt modernizacji	zł		34 797,00
10	SPBT	lat		12,46

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:

- 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,
- kwotę rocznych oszczędności ΔO_r przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia,
- zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją, z uwzględnieniem sprawności całkowitej,
- kwotę środków własnych i kwotę kredytu,
- 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	0,0358	266,81	0,8203	1	0,003	34,96	1 828,09	360	25 810,52			
A	0,0358	266,81	0,8203	0,855	0,003	34,96	1 828,09	313	23 018,18	47	13,09	2 792,34

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
1	2	[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]	[%]	[zł]	[zł]
		3	4	5	6	7	8	9
1	A	34 797,00	2 792,34	13,09	0,00	0,00	6 959,40	5 584,68
					34 797,00	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.

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

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

System Zarządzania Energią powinien zapewnić:

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

- wizualizację danych aktualnych i historycznych oraz analizy porównawczej pomiędzy innymi obiektami objętymi pomiarem na ogólnodostępnym panelu zamontowanym w obiekcie,
- rejestrację użytkowników i parametryzację poziomów dostępowych w zależności od typu użytkownika,
- dostosowanie węzła cieplnego do pracy z Systemem Zarządzania Energią, (koszty leżące po stronie gestora sieci i są wyłączone poza projekt),
- dostosowanie instalacji c.o. do pracy z Systemem Zarządzania Energią,

10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

1 Całkowity koszt robót szacuje się na	34 797,00 zł
2 Przewidywana premia termomodernizacyjna	5 584,68 zł
3 Efektem modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji	2 792,34 zł
4 Czas zwrotu nakładów SPBT	12,46 lat

Barbara Kosowska

mgr inż. Barbara Kosowska

ZAŁĄCZNIKI

Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.

Ceny jednostkowe ciepła dla potrzeb centralnego ogrzewania

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

Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją.

Przegroda	Wyszczególnienie	d_1	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m ² K/W	[W/m ² K]
Ściana zewnętrzna szczytowa	Tynk cem.-wapienny	2,5	0,025	0,820	0,030	0,209
	Płyta kanałowa	24,0	0,240		0,238	
	Styropian	4,0	0,040	0,040	1,000	
	Beton komórkowy	12,0	0,120	0,380	0,316	
	Styropian	12,0	0,120	0,040	3,000	
	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	
	R				4,609	
	R _{si}				0,130	
	R _{se}				0,040	
	R _T				4,779	
Ściana zewnętrzna osłonowa	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	0,245
	Płyta kanałowa	12,0	0,120		0,238	
	Beton komórkowy	24,0	0,240	0,380	0,632	
	Styropian	12,0	0,120	0,040	3,000	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				3,906	
	R _{si}				0,130	
	R _{se}				0,040	
	R _T				4,076	
Strop nad piwnicą	Dąb w poprzek włókien	2,00	0,020	0,220	0,091	0,691
	Podkład cementowy	4,0	0,04	1,00	0,040	
	Papa asfaltowa	5,0	0,05	0,18	0,278	
	Płyta pilśniowa	2,50	0,025	0,050	0,500	
	Strop kanałowy	24,00	0,240		0,180	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,82	0,018	
	R				1,107	
	R _{si}				0,170	
	R _{se}				0,170	
	R _T				1,447	
Okna				U ₀	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,500	1,0	1,500
Drzwi wejściowe				2,500	1,1	2,750

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]
Ściana zewnętrzna szczytowa	Tynk cem.-wapienny	2,5	0,025	0,820	0,030	0,209
	Płyta kanałowa	24,0	0,240		0,238	
	Styropian	4,0	0,040	0,040	1,000	
	Beton komórkowy	12,0	0,120	0,380	0,316	
	Styropian	12,0	0,120	0,040	3,000	
	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	
	R				4,609	
	R _{si}				0,130	
	R _{se}				0,040	
	R _T				4,779	
Ściana zewnętrzna osłonowa	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	0,245
	Płyta kanałowa	12,0	0,120		0,238	
	Beton komórkowy	24,0	0,240	0,380	0,632	
	Styropian	12,0	0,120	0,040	3,000	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				3,906	
	R _{si}				0,130	
	R _{se}				0,040	
	R _T				4,076	
Strop nad piwnicą	Dąb w poprzek włókien	2,00	0,020	0,220	0,091	0,691
	Podkład cementowy	4,0	0,04	1,00	0,040	
	Papa asfaltowa	5,0	0,05	0,18	0,278	
	Płyta pilśniowa	2,50	0,025	0,050	0,500	
	Strop kanałowy	24,00	0,240		0,180	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,82	0,018	
	R				1,107	
	R _{si}				0,170	
	R _{se}				0,170	
R _T				1,447		
Okna				U ₀	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,500	1,0	1,500
Drzwi wejściowe				2,500	1,1	2,750

Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza		
		obecnie	docelowo	
Kubatura wentylowana V_{ve}	[m ³]	1 587		
Powierzchnia ogrzewana A_f	[m ²]	635		
Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s*m ²]	0,56*10 ⁻³		
Średni strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s]	0,36		
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m ³ /s]	0,09	0,09	
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m ³ /s]	0,44	0,44	
Współczynniki korekcyjne	c_r	-	1,0	1,0
	c_w	-	1,0	1,0
	c_m	-	1,0	1,0
Strumień powietrza	[m ³ /s]	0,44	0,44	
Strumień powietrza	[m ³ /h]	1 597	1 597	
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	532,48	532,48	
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	1,01	1,01	

Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.

	Wsp.	Kubatura	Krotność	Wsp. osł.	Wsp. wys.	Strumień
	-	[m ³]	[h ⁻¹]	-	-	[m ³ /h]
Strumień higieniczny		1 587	0,5			793,6

Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m ²]	[W/m ²]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	635	4,7	2 984

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]			
Ściana zewnętrzna szczytowa	57,57	0,209	1,0	12	40	0,48	
Ściana zewnętrzna osłonowa	278,73	0,245	1,0	68		2,74	
Okna	84,02	1,500	1,0	126		5,04	
Drzwi wejściowe	3,53	1,700	1,0	6		0,24	
Strop nad piwnicą	672,87	0,691	0,8	372		14,88	
Mostki liniowe	l	ψ	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	141,70	0,050	1,0	7		0,28	
nadproża	82,56	0,200	1,0	17		0,66	
podokien	82,56	0,220	1,0	18		0,73	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				626		25,05	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		794	0,34	270	10,79		
OGÓŁEM						35,84	

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]			
Ściana zewnętrzna szczytowa	57,57	0,209	1,0	12	40	0,48	
Ściana zewnętrzna osłonowa	278,73	0,245	1,0	68		2,74	
Okna	84,02	1,500	1,0	126		5,04	
Drzwi wejściowe	3,53	1,700	1,0	6		0,24	
Strop nad piwnicą	672,87	0,691	0,8	372		14,88	
Mostki liniowe	l	ψ	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	141,70	0,050	1,0	7		0,28	
nadproża	82,56	0,200	1,0	17		0,66	
podokien	82,56	0,220	1,0	18		0,73	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				626		25,05	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		794	0,34	270	10,79		
OGÓŁEM						35,84	

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	40,17	28,12	0,67	3 163	2 959	5 866	6 339	8 026	5 329	4 406	2 057	1 574	39 719
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	43,85	30,70	0,67	1 435	1 593	3 472	5 236	6 407	4 252	2 641	1 381	1 162	27 578
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	84,02	58,82		4 598	4 552	9 339	11 575	14 433	9 581	7 047	3 438	2 736	67 297
OGÓLEM	84,02	58,82		4 598	4 552	9 339	11 575	14 433	9 581	7 047	3 438	2 736	67 297

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	40,17	28,12	0,67	3 163	2 959	5 866	6 339	8 026	5 329	4 406	2 057	1 574	39 719
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	43,85	30,70	0,67	1 435	1 593	3 472	5 236	6 407	4 252	2 641	1 381	1 162	27 578
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	84,02	58,82		4 598	4 552	9 339	11 575	14 433	9 581	7 047	3 438	2 736	67 297
OGÓLEM	84,02	58,82		4 598	4 552	9 339	11 575	14 433	9 581	7 047	3 438	2 736	67 297

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

Wyszególnienie	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
Straty	$H_{tr} H_{ve}$										
Ściana zewnętrzna szczytowa	[MJ]	678	612	539	387	34	37	432	506	623	3 848
Ściana zewnętrzna osłonowa	[MJ]	3 846	3 474	3 059	2 198	192	210	2 454	2 871	3 535	21 839
Okna	[MJ]	7 089	6 403	5 637	4 051	354	387	4 523	5 292	6 515	40 251
Drzwi wejściowe	[MJ]	337	304	268	193	17	18	215	252	310	1 914
Strop nad piwnicą	[MJ]	20 924	18 899	16 640	11 957	1 045	1 141	13 352	15 621	19 231	118 810
Moski liniowe	[MJ]	2 349	2 122	1 868	1 342	117	128	1 499	1 754	2 159	13 337
Straty przez przegrody	[MJ]	35 223	31 814	28 011	20 127	1 758	1 921	22 476	26 296	32 372	199 998
Wentylacja	[MJ]	29 950	27 052	23 817	17 114	1 495	1 633	19 111	22 359	27 525	170 057
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	65 173	58 866	51 828	37 242	3 254	3 554	41 587	48 655	59 897	370 055
Zyski słoneczne	[MJ]	4 598	4 552	9 339	11 575	14 433	9 581	7 047	3 438	2 736	67 297
Zyski wewnętrzne	[MJ]	7 993	7 219	7 993	7 735	1 289	1 289	7 993	7 735	7 993	57 237
Razem zyski	[MJ]	12 590	11 771	17 331	19 309	15 722	10 870	15 039	11 173	10 728	124 534
Stosunek zysków do przenoszenia		0,1932	0,2000	0,3344	0,5185	4,8322	3,0585	0,3616	0,2296	0,1791	0,3365
Typ budynku		cieżki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	635									
Pojemność ciepłna	[J/K]	165 076 600									
Stała czasowa	[h]	40									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny a_H		3,64									
Parametr numeryczny $a_H + 1$		4,64									
η		0,9980	0,9977	0,9876	0,9537	0,2064	0,3232	0,9841	0,9963	0,9984	
Zyski ciepła	[MJ]	12 565	11 744	17 115	18 415	3 245	3 513	14 800	11 132	10 712	103 240
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	52 609	47 122	34 713	18 827	8	41	26 787	37 522	49 186	266 815

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

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesięczą	[°C]	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7	
Różnica temperatur	[°C]	21,0	21,0	16,7	12,4	6,5	7,1	13,4	16,2	19,3	
Liczba dni w miesiącu		31	28	31	30	5	5	31	30	31	222
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	0,432	0,432	2,678	2,592	2,678	19,181
Straty	H_{tr}, H_{ve}										
Ściana zewnętrzna szczytowa	[MJ]	678	612	539	387	34	37	432	506	623	3 848
Ściana zewnętrzna osłonowa	[MJ]	3 846	3 474	3 059	2 198	192	210	2 454	2 871	3 535	21 839
Okna	[MJ]	7 089	6 403	5 637	4 051	354	387	4 523	5 292	6 515	40 251
Drzwi wejściowe	[MJ]	337	304	268	193	17	18	215	252	310	1 914
Strop nad piwnicą	[MJ]	20 924	18 899	16 640	11 957	1 045	1 141	13 352	15 621	19 231	118 810
Mostki liniowe	[MJ]	2 349	2 122	1 868	1 342	117	128	1 499	1 754	2 159	13 337
Straty przez przegrody	[MJ]	35 223	31 814	28 011	20 127	1 758	1 921	22 476	26 296	32 372	199 998
Wentylacja	[MJ]	29 950	27 052	23 817	17 114	1 495	1 633	19 111	22 359	27 525	170 057
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	65 173	58 866	51 828	37 242	3 254	3 554	41 587	48 655	59 897	370 055
Zyski słoneczne	[MJ]	4 598	4 552	9 339	11 575	14 433	9 581	7 047	3 438	2 736	67 297
Zyski wewnętrzne	[MJ]	7 993	7 219	7 993	7 735	1 289	1 289	7 993	7 735	7 993	57 237
Razem zyski	[MJ]	12 590	11 771	17 331	19 309	15 722	10 870	15 039	11 173	10 728	124 534
Stosunek zysków do przenoszenia		0,1932	0,2000	0,3344	0,5185	4,8322	3,0585	0,3616	0,2296	0,1791	0,3365
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	635									
Pojemność ciepła	[J/K]	165 076 600									
Stała czasowa	[h]	40									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy		1									
$a_{H,0}$		15									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	3,64									
Parametr numeryczny a_H		4,64									
Parametr numeryczny $a_H + 1$											
η		0,9980	0,9977	0,9876	0,9537	0,2064	0,3232	0,9841	0,9963	0,9984	
Zyski ciepła	[MJ]	12 565	11 744	17 115	18 415	3 245	3 513	14 800	11 132	10 712	103 240
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	52 609	47 122	34 713	18 827	8	41	26 787	37 522	49 186	266 815

Z-12 Sprawności systemu grzewczego.

Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			sieć miejska
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,98	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90	przewody w dobrym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,93	regulacja centralna i regulacja miejscowa
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,820	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	1,00	praca ciągła
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	1,00	praca ciągła

Sprawność systemu grzewczego dla optymalnego wariantu

1	Rodzaj systemu zasilania			sieć miejska
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,98	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	0,820	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	0,90	obniżenie tygodniowe
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	0,95	obniżenie nocne

Z-13 Ciepła woda użytkowa.

Wyszczególnienie	Jednostka	
Ciepło właściwe wody	kJ/kg*K	4,19
Gęstość wody	kg/dm ³	1
Powierzchnia pomieszczeń A _f	m ²	635
Liczba użytkowników	osoba	120
Zużycie jednostkowe	dm ³ /(m ² doba)	0,80
Temperatura ciepłej wody	°C	55
Temperatura wody zimnej	°C	10
Współczynnik korekcyjny	-	0,55
Czas pracy instalacji cwu	doba	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego	kWh/rok	5 340,5
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	19,2
Sprawność wytwarzania	-	0,910
Sprawność przesyłu	-	0,600
Sprawność akumulacji	-	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000
Sprawność całkowita	-	0,550
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	kWh/rok	9 710,0
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	35,0
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m ³ /h	0,053
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	0,982
Zużycie ciepła na ogrzanie 1 m ³ wody	GJ/m ³	0,207
Max. moc c.w.u.	kW	3,02
Średnia moc c.w.u.	kW	3,1
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	kWh/(m ² *rok)	17,5

Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie jarzeniowe w ilości 45 sztuk opraw o mocy 72 W, oraz żarowe w ilości 40 sztuk opraw o mocy 60 W i 34 szt. o mocy 20 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	72	45	3 240
	60	40	2 400
	20	34	680
po modernizacji	45	45	2 025
	25	40	1 000
	20	34	680

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]
635	6 320	10,0	5,8	1 600

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	[kWh/m ² rok]	15,93	9,34
Zużycie energii do oświetlenia E_L	[kWh/rok]	10 112,00	5 928,00
Cena energii elektrycznej	[zł/kWh]	0,86	0,86
Koszt energii elektrycznej	[zł/rok]	8 696,32	5 098,08
Oszczędność zużycia energii	[kWh/rok]	4 184,00	
	[%]	41,38	
Oszczędność kosztów	[zł/rok]	3 598,24	
Szacunkowe nakłady inwestycyjne ¹⁾	[zł]	46 304,50	
SPBT	[lata]	12,87	

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 (montaż Systemu Zarządzania Energią).

W obliczeniach przyjęto następujące współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej – 1,3.

Zużycie energii pierwotnej obliczono wg wzoru:

$$Q_p = Q_k * w_p$$

Wyszczególnienie	GJ	kWh	MWh
Energia końcowa:			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	360,22	100 061,11	100,06
zużycie po modernizacji	313,06	86 961,11	86,96
oszczędność	47,16	13 100,00	13,10
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	24,81	6 893,00	6,89
zużycie po modernizacji	9,75	2 709,00	2,71
oszczędność	15,06	4 184,00	4,18
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	385,03	106 954,11	106,95
zużycie po modernizacji	322,81	89 670,11	89,67
oszczędność	62,22	17 284,00	17,28
oszczędność %	16,16		
Energia pierwotna			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	461,29	110 067,22	110,07
zużycie po modernizacji	399,99	95 657,22	95,66
oszczędność	61,31	14 410,00	14,41
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	74,44	20 679,00	20,68
zużycie po modernizacji	29,26	8 127,00	8,13
oszczędność	45,19	12 552,00	12,55
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	535,74	130 746,22	130,75
zużycie po modernizacji	429,24	103 784,22	103,79
oszczędność	106,50	26 962,00	26,96
oszczędność %	19,88		

Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego

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

	Roczna redukcja emisji CO 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	360,22	-	94,96	34,21	313,06	-	94,96	29,73		
energia elektryczna	-	20,68	0,832	17,21	-	8,13	0,832	6,76		
				51,41				36,49	14,92	29,02

Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące

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

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