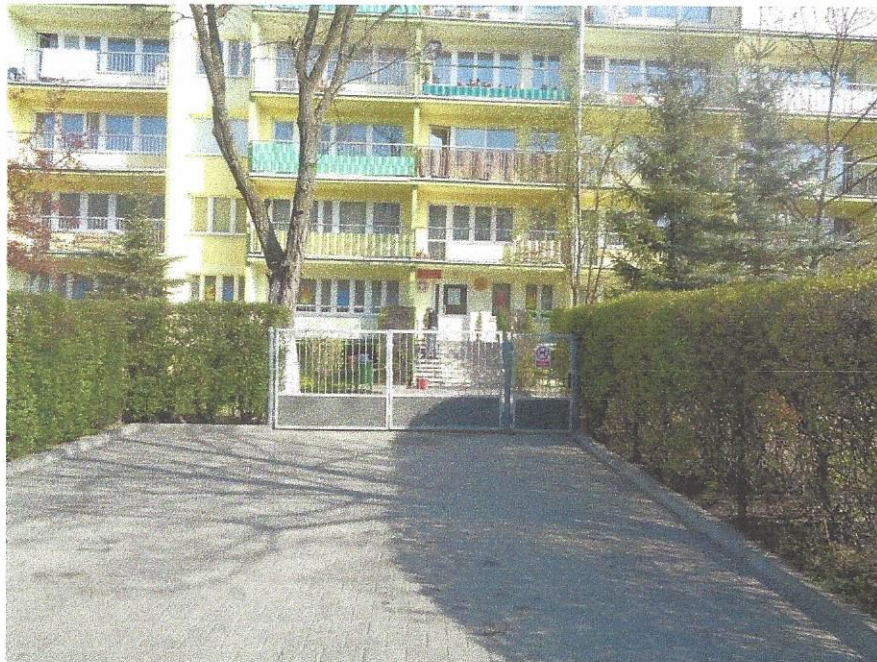


AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

MIEJSKIEGO PRZEDSZKOLA NR 14

ul. Boya - Żeleńskiego 17 - blok 77

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	1979
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	Gmina Miasto Zgierz		1.4 Adres budynku	ul. <u>Boya - Żeleńskiego</u> nr bud. <u>17</u>
	pl. <u>Jana Pawła II</u> nr <u>16</u>	Zgierz		kod <u>95-100</u> miejscowość <u>Zgierz</u>
	kod <u>95-100</u> miejscowość <u>Zgierz</u>			powiat <u>zgierski</u>
	tel. <u>-</u> fax <u>-</u>			województwo <u>łódzkie</u>
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>Bllosos</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 <u>Kobyłka</u> data wykonania opracowania: <u>Maj 2017</u>				
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 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego. 14				
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 17				
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji. 19				
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych 20				
ZAŁĄCZNIKI 21				
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła 21				
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją 22				
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji 23				
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację 24				
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego 24				
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła 24				
Z-7 Projektowana strata ciepła 25				
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego 26				
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu 27				
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 28				
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 29				
Z-12 Sprawności systemu grzewczego 30				
Z-13 Ciepła woda użytkowa 31				
Z-14 Obliczenie efektywności energetycznej 32				
Z-15 Obliczenie efektu ekologicznego 33				
Z-16 Niezbędne roboty towarzyszące 34				

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]	1 304	1 304
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	435	435
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	435	435
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	89	89
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]	0,661	0,661
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	2,750	2,750
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]	1 094	1 094	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	1,01	1,01	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	28,07	28,07	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	23,94	23,94	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	198,88	198,88	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	242,45	207,29	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	23,94	23,94	
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)]	127,07	127,07	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	154,90	132,44	
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]	8,75	8,75	
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)]	3,46	3,06	
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	[%]	13,20
Planowane koszty całkowite ²⁾	[zł]	34 797,00	Premia termomodernizacyjna	[zł]	4 163,64
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	2 081,82			

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 14 w Zgierzu, ul. Boya - Żeleńskiego 17 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	1979
Adres budynku	ul. Boya - Żeleńskiego 17 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	
	1 304	0	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	434,8	0	
Współczynnik kształtu	0,661		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	2,5	-	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	90	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	10	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Położenie	Pow. netto [m ²]	U [W/m ² K]
Ściana zewnętrzna szczytowa		59,83	0,209
Ściana zewnętrzna osłonowa		182,81	0,245
Okna	S	46,41	1,500
	SW	0,00	1,500
	W	0,00	1,500
	NW	0,00	1,500
	N	29,96	1,500
	NE	0,00	1,500
	E	0,00	1,500
	SE	0,00	1,500
Drzwi wejściowe		3,53	2,500
Strop nad piwnicą		539,05	0,691

5. Ocena stanu technicznego budynku

5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku.

W opracowaniu analizie poddano budynek Miejskiego Przedszkola Nr 14, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Boya - Żeleńskiego 17. Miejskie Przedszkole Nr 14 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/m²K,
- dla ścian zewnętrznych - 0,23 W/m²K,
- dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą - 0,25 W/m²K,
- dla podłogi na gruncie - 0,30 W/m²K.

Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych analizowanej części budynku wynoszą:

- ściany zewnętrzne - 0,209 - 0,245 W/m²K,
- strop nad piwnicą - 0,691 W/m²K

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/m²K
- drzwi -1,5 W/m²K

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 zastosowano drzwi wejściowe o współczynniku przenikania ciepła 2,5 W/(m²K) w średnim stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowana zostanie ich 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 2007 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 cieplny, który jest własnością dostawcy energii. Instalacja c.w.u. jest w dobrym stanie technicznym i jej modernizacja nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji.

W budynku zastosowano wentylację grawitacyjną, w dobrym stanie technicznym.

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

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

- wymianę drzwi wejściowych
- montaż Systemu Zarządzania Energią,

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
1	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana drzwi wejściowych
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Montaż Systemu Zarządzania Energią.

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

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

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

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

gdzie:

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

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

$$\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12 * (A_{b0} - A_{b1}), \quad [\text{zł/rok}] \quad (2)$$

gdzie:

- x_0, x_1 - udział n -tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, wówczas gdy okna i drzwi nie pełnią funkcji doprowadzenia powietrza, w przypadku gdy pełnią taką rolę (powietrze dostaje się do pomieszczeń przez nieszczelności okien, drzwi, nawiewniki okienne lub ścienne) jest to zapotrzebowanie na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, GJ/rok,
- O_{0z}, O_{1z} - opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla n -tego źródła, odpowiadająca:
- dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za ciepło i zmiennej opłacie za usługi przesyłowe, zł/GJ,
 - dla energii elektrycznej - sumie stawek za energię czynną, systemową opłatę przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej przeliczonej na zł/GJ,
 - dla gazu - stawce opłaty zmiennej na przesłane paliwo zł/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 zdalaczynnego - opłacie za zamówioną moc cieplną i opłacie stałej za usługi przesyłowe, zł/(MW*miesiąc),
 - dla gazu - składnikowi stałemu wyznaczonemu na jednostkę mocy umownej w miesięcznym okresie rozliczeniowym przeliczonemu na zł/(MW*miesiąc),
 - dla energii elektrycznej - składnikowi stałemu stawki sieciowej zł/(kW*miesiąc), przeliczonemu na zł/(MW*miesiąc),
 - dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem -składnikowi miesięcznych

kosztów stałych, określonych zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych, odniesionych do mocy źródła, zł/(MW*miesiąc),

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

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

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

gdzie:

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

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

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

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

Liczbę stopniodni S_d oblicza się z zależności::

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

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 ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

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

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

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu drzwi (o powierzchni około 3,53 m²) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	c _r	c _w	Q	q	ΔO	N	SPBT
	W/m ² *K	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	2,8	1,2	1,0	3,23	0,000	-	-	-
1	1,7	1,0	1,0	2,02	0,000	72,90	4 758,75	65,27
2	1,6	1,0	1,0	1,91	0,000	79,73	5 111,25	64,11
3	1,5	1,0	1,0	1,80	0,000	86,55	5 463,75	63,13

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących drzwi jest rozwiązanie trzecie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła U=1,5 W/m²K. Jednak ze względu na bardzo długie SPBT, przedsięwzięcie to jest nieopłacalne ekonomicznie i wymiana drzwi wejściowych nie zostanie uwzględniona w dalszej analizie.

7.3 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:

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

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_{i0}, w_{i1} - 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	0,0281	0,0281
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	199	199
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	242,44	207,29
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	18 063,24	15 981,42
8	Oszczędność kosztów	zł/rok		2 081,82
9	Szacunkowy koszt modernizacji	zł		34 797,00
10	SPBT	lat		16,71

¹⁾ Uwzględnienie systemu zarządzania energią

8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

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

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli poniżej:

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

wariant	CO				CWU				CO+CWU		Oszczędności		
	q _{CO}	Q _{CO}	η	w	q _{CWU}	Q _{CWU}	Opłata CO	Opłata CWU	Q _{CO+CWU}	KOSZT	GJ/rok	%	zł/rok
	MW	GJ/rok	-	-	MW	GJ/rok	zł/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok			
0	0,0281	198,88	0,8203	1	0,002	23,94	18 063,24	1 251,85	266	19 315,09			
A	0,0281	198,88	0,8203	0,855	0,002	23,94	15 981,42	1 251,85	231	17 233,27	35	13,20	2 081,82

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]	[zł]	[zł]	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2 lata oszczędności	
1	2	3	4	5	[zł]	[zł/rok]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	
1	A	34 797,00	2 081,82	13,20	0,00	2 081,82	6	7	8	9	6 959,40	5 567,52	3 158,26
					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 umożliwiać bieżącą kontrolę oraz zmianę parametrów pracy instalacji c.o. w sposób zdalny z dowolnego miejsca za pośrednictwem komputera wyposażonego w dostęp do Internetu. Celem systemu będzie utrzymanie optymalnych parametrów pracy, w sposób zapewniający optymalne zużycie energii z jednoczesnym zachowaniem komfortu cieplnego w okresie użytkowania budynku. W kosztach inwestycji uwzględniono inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia, w tym szkolenie w zakresie działania systemu.

System Zarządzania Energią powinien zapewnić:

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

- wizualizację danych aktualnych i historycznych oraz analizy porównawczej pomiędzy innymi obiektami objętymi pomiarem na ogólnodostępnym panelu zamontowanym w obiekcie,
- rejestrację użytkowników i parametryzację poziomów dostępowych w zależności od typu użytkownika,
- dostosowanie węzła ciepłego 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	4 163,64 zł
3	Efektem modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji	2 081,82 zł
4	Czas zwrotu nakładów SPBT	16,71 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%
Oplata stała za moc zamówioną	zł(MW*m-c)	4 646,22	5 714,85
Przesył	zł(MW*m-c)	4 293,44	5 280,93
Razem oplata stała	zł(MW*m-c)	8 939,66	10 995,78
Oplata zmienna za ciepło	zł/GJ	32,83	40,38
Przesył	zł/GJ	15,31	18,83
Razem oplata 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^2K/W	[W/m^2K]
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	
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^2K]	-	[W/m^2K]
				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]	1 087		
Powierzchnia ogrzewana A_f	[m ²]	435		
Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s*m ²]	0,56*10 ⁻³		
Średni strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s]	0,24		
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m ³ /s]	0,06	0,06	
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m ³ /s]	0,30	0,30	
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]	0,30	0,30	
Strumień powietrza	[m ³ /h]	1 094	1 094	
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	364,63	364,63	
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		1 087	0,5			543,5

Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m ²]	[W/m ²]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	435	4,7	2 043

Z-7 Projektowana strata ciepła.

Projektowana strata ciepła obecnie

Przegroda	A	U	b_u	H_t	$\Delta\Theta$	Φ	
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]			[°C]
Ściana zewnętrzna szczytowa	59,83	0,209	1,0	13	40	0,50	
Ściana zewnętrzna osłonowa	182,81	0,245	1,0	45		1,79	
Okna	76,37	1,500	1,0	115		4,58	
Drzwi wejściowe	3,53	2,750	1,0	10		0,39	
Strop nad piwnicą	539,05	0,691	0,8	298		11,92	
Mostki liniowe	l	ψ	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	138,44	0,050	1,0	7		0,28	
nadproża	72,18	0,200	1,0	14		0,58	
podokien	72,18	0,220	1,0	16		0,64	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				517		20,68	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		543	0,34	185	7,39		
OGÓŁEM					28,07		

Projektowana strata ciepła dla wariantu optymalnego

Przegroda	A	U	b_u	H_{tr}	$\Delta\Theta$	Φ	
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]			[°C]
Ściana zewnętrzna szczytowa	59,83	0,209	1,0	13	40	0,50	
Ściana zewnętrzna osłonowa	182,81	0,245	1,0	45		1,79	
Okna	76,37	1,500	1,0	115		4,58	
Drzwi wejściowe	3,53	2,750	1,0	10		0,39	
Strop nad piwnicą	539,05	0,691	0,8	298		11,92	
Mostki liniowe	l	ψ	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	138,44	0,050	1,0	7		0,28	
nadproża	72,18	0,200	1,0	14		0,58	
podokien	72,18	0,220	1,0	16		0,64	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				517		20,68	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		543	0,34	185	7,39		
OGÓŁEM					28,07		

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	46,41	32,49	0,67	3 654	3 419	6 778	7 323	9 273	6 157	5 090	2 377	1 818	45 890
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	29,96	20,97	0,67	980	1 088	2 372	3 577	4 377	2 905	1 804	943	794	18 842
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	76,37	53,46		4 635	4 507	9 150	10 901	13 651	9 062	6 895	3 320	2 612	64 732
OGÓLEM	76,37	53,46		4 635	4 507	9 150	10 901	13 651	9 062	6 895	3 320	2 612	64 732

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	46,41	32,49	0,67	3 654	3 419	6 778	7 323	9 273	6 157	5 090	2 377	1 818	45 890
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	29,96	20,97	0,67	980	1 088	2 372	3 577	4 377	2 905	1 804	943	794	18 842
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	76,37	53,46		4 635	4 507	9 150	10 901	13 651	9 062	6 895	3 320	2 612	64 732
OGÓLEM	76,37	53,46		4 635	4 507	9 150	10 901	13 651	9 062	6 895	3 320	2 612	64 732

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

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. 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]	704	636	560	402	35	38	449	526	647	3 999
Ściana zewnętrzna osłonowa	[MJ]	2 523	2 278	2 006	1 441	126	138	1 610	1 883	2 318	14 323
Okna	[MJ]	6 444	5 820	5 124	3 682	322	351	4 112	4 810	5 922	36 587
Drzwi wejściowe	[MJ]	545	492	434	312	27	30	348	407	501	3 096
Strop nad piwnicą	[MJ]	16 763	15 141	13 330	9 579	837	914	10 696	12 514	15 406	95 180
Mostki liniowe	[MJ]	2 094	1 892	1 666	1 197	105	114	1 336	1 564	1 925	11 893
Straty przez przegrody	[MJ]	29 073	26 259	23 120	16 613	1 451	1 585	18 551	21 704	26 719	165 077
Wentylacja	[MJ]	20 509	18 524	16 310	11 719	1 024	1 118	13 087	15 311	18 849	116 451
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	49 582	44 784	39 429	28 333	2 475	2 704	31 638	37 015	45 568	281 528
Zyski słoneczne	[MJ]	4 635	4 507	9 150	10 901	13 651	9 062	6 895	3 320	2 612	64 732
Zyski wewnętrzne	[MJ]	5 473	4 943	5 473	5 297	883	883	5 473	5 297	5 473	39 194
Razem zyski	[MJ]	10 108	9 450	14 623	16 197	14 533	9 945	12 368	8 617	8 085	103 926
Stosunek zysków do przenoszenia		0,2039	0,2110	0,3709	0,5717	5,8714	3,6781	0,3909	0,2328	0,1774	0,3692
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	435									
Pojemność cieplna	[J/K]	113 040 200									
Stała czasowa	[h]	36									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny a_H		3,37									
Parametr numeryczny a_{H+1}		4,37									
η		0,9963	0,9959	0,9776	0,9289	0,1700	0,2694	0,9740	0,9944	0,9976	
Zyski ciepła	[MJ]	10 070	9 411	14 295	15 046	2 470	2 679	12 046	8 569	8 066	82 653
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	39 512	35 373	25 134	13 286	5	24	19 592	28 446	37 502	198 875

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

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesięczą	[°C]	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7	
Różnica temperatur	[°C]	21,0	21,0	16,7	12,4	6,5	7,1	13,4	16,2	19,3	
Liczba dni w miesiącu		31	28	31	30	5	5	31	30	31	222
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	0,432	0,432	2,678	2,592	2,678	19,181
Przegroda	Htr Hve										
Ściana zewnętrzna szczytowa	[MJ]	704	636	560	402	35	38	449	526	647	3 999
Ściana zewnętrzna osłonowa	[MJ]	2 523	2 278	2 006	1 441	126	138	1 610	1 883	2 318	14 323
Okna	[MJ]	6 444	5 820	5 124	3 682	322	351	4 112	4 810	5 922	36 587
Drzwi wejściowe	[MJ]	545	492	434	312	27	30	348	407	501	3 096
Mostki liniowe	[MJ]	2 094	1 892	1 666	1 197	105	114	1 336	1 564	1 925	11 893
Strop nad piwnicą	[MJ]	16 763	15 141	13 330	9 579	837	914	10 696	12 514	15 406	95 180
Straty przez przegrody	[MJ]	29 073	26 259	23 120	16 613	1 451	1 585	18 551	21 704	26 719	165 077
Wentylacja	[MJ]	20 509	18 524	16 310	11 719	1 024	1 118	13 087	15 311	18 849	116 451
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	49 582	44 784	39 429	28 333	2 475	2 704	31 638	37 015	45 568	281 528
Zyski słoneczne	[MJ]	4 635	4 507	9 150	10 901	13 651	9 062	6 895	3 320	2 612	64 732
Zyski wewnętrzne	[MJ]	5 473	4 943	5 473	5 297	883	883	5 473	5 297	5 473	39 194
Razem zyski	[MJ]	10 108	9 450	14 623	16 197	14 533	9 945	12 368	8 617	8 085	103 926
Stosunek zysków do przenoszenia		0,2039	0,2110	0,3709	0,5717	5,8714	3,6781	0,3909	0,2328	0,1774	0,3692
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	435									
Pojemność ciepłna	[J/K]	113 040 200									
Stała czasowa	[h]	36									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy a _{H,0}		1									
Stała czasowa odniesienia t _{H,0}	[h]	15									
Parametr numeryczny a _H		3,37									
Parametr numeryczny a _H + 1		4,37									
η		0,9963	0,9959	0,9776	0,9289	0,1700	0,2694	0,9740	0,9944	0,9976	
Zyski ciepła	[MJ]	10 070	9 411	14 295	15 046	2 470	2 679	12 046	8 569	8 066	82 653
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	39 512	35 373	25 134	13 286	5	24	19 592	28 446	37 502	198 875

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	$\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$	4,19
Gęstość wody	kg/dm^3	1
Powierzchnia pomieszczeń A_f	m^2	435
Liczba użytkowników	osoba	89
Zużycie jednostkowe	$\text{dm}^3/(\text{m}^2\text{doba})$	0,80
Temperatura ciepłej wody	$^{\circ}\text{C}$	55
Temperatura wody zimnej	$^{\circ}\text{C}$	10
Współczynnik korekcyjny	-	0,55
Czas pracy instalacji cwu	doba	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego	kWh/rok	3 657,0
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	13,2
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	6 649,2
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	23,9
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m^3/h	0,040
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	1,057
Zużycie ciepła na ogrzanie 1 m^3 wody	GJ/m^3	0,207
Max. moc c.w.u.	kW	2,41
Średnia moc c.w.u.	kW	2,3
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$	15,3

Z-14 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:

$$Q_p = Q_k \cdot w_p$$

Wyszczególnienie	GJ	kWh	MWh
Energia końcowa:			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	266,39	73 997,22	74,00
zużycie po modernizacji	231,23	64 230,56	64,23
oszczędność	35,16	9 766,67	9,77
oszczędność %	13,20		
Energia pierwotna			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	341,52	81 396,94	81,40
zużycie po modernizacji	295,81	70 653,61	70,65
oszczędność	45,71	10 743,33	10,75
oszczędność %	13,38		

Z-15 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)

	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	266,39	-	94,96	25,30	231,23	-	94,96	21,96		
				25,30				21,96	3,34	13,20

Z-16 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.