

## **AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU MIEJSKIEGO ŻŁOBKA**

**im. Koziółka Matołka w Zgierzu**

**ul. Tuwima 21**

**95 – 100 Zgierz**




**Zamawiający: Gmina Miasto Zgierz**

**pl. Jana Pawła II 16**

**95 – 100 Zgierz**

**Termin zakończenia pracy: maj 2017 roku**

# 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej		1.2 Rok budowy
	Gmina Miasto Zgierz		1978
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	pl.	Jana Pawła II nr 16	1.4 Adres budynku
	ul.	Tuwima nr bud. 21	ul. Tuwima nr bud. 21
	kod	95-100 miejscowość Zgierz	kod 95-100 miejscowość Zgierz
	powiat	zgierski	powiat zgierski
tel.	- fax -	województwo	łódzkie
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt: ..... "ELEKO" Franciszek Radomyski 05-230 Kobyłka, ul. Nadarzyn 2a; REGON 010492283.....			
3. Imię i nazwisko adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: mgr inż. Barbara Kosowska 			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	mgr inż. Barbara Kosowska	Opracowanie kompleksowe: - zapotrzebowanie na ciepło - warianty termomodernizacji - analiza ekonomiczna	Kurs audytorów energetycznych FPE
5. Miejscowość Kobyłka data wykonania opracowania: Maj 2017			
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku..... 1			
2. Karta audytu energetycznego budynku ..... 2			
3. Podstawa opracowania. .... 4			
3.1 Cel i zakres opracowania. .... 4			
3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu. .... 4			
3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy) ..... 5			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku ..... 6			
5. Ocena stanu technicznego budynku ..... 7			
5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku. .... 7			
5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania. .... 8			
5.3 Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u. .... 8			
5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji. .... 9			
6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego. .... 9			
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. .... 9			
7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło ..... 9			
7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez przegrody zewnętrzne. .... 10			
7.3 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji. .... 17			
7.4 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne. .... 21			
7.5 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku. .... 21			
7.6 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego. .... 23			
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ..... 26			
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji. .... 28			
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych ..... 31			
ZAŁĄCZNIKI ..... 32			
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła. .... 32			
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją. .... 33			
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji. .... 35			
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację. .... 37			
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego. .... 37			
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła. .... 37			
Z-7 Projektowana strata ciepła. .... 38			
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego. .... 39			
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu. .... 40			
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009. .... 41			
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009. .... 42			
Z-12 Sprawności systemu grzewczego. .... 43			
Z-13 Ciepła woda użytkowa. .... 44			
Z-14 Oświetlenie wewnętrzne. .... 45			
Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej. .... 47			
Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego ..... 48			
Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące ..... 49			



## 2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Mieszana	Mieszana
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	3 846	3 846
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	944	944
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	944	944
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	110	110
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]	0,513	0,513
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>			
1	Ściany zewnętrzne	1,284	0,221
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,540	0,175
3	Strop nad piwnicą	0,848	0,848
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,375	0,364
5	Okna, drzwi balkonowe	1,500	1,500
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,000	1,500
7	Inne	-	-
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95

<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,98	0,98	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	0,60	0,60	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji	[-]	1,00	1,00	
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>					
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)		naturalna/ mechaniczna	naturalna/ mechaniczna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		okna /kanały	okna /kanały	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	[m <sup>3</sup> /h]	2 469	2 469	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,87	0,87	
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	104,47	60,33	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	12,89	12,89	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	853,07	464,74	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1 087,96	506,76	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	48,43	48,43	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku ( bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	251,11	136,80	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	320,25	149,17	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>					
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 <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej	[zł/m <sup>3</sup> ]	22,79	22,79	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	-	-	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej	[zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	6,91	3,35	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>					
Planowana kwota kredytu <sup>1)</sup>	[zł]	438 191,42	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	51,14
Planowane koszty całkowite <sup>2)</sup>	[zł]	438 191,42	Premia termomodernizacyjna	[zł]	70 110,63
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	40 245,01			

<sup>1)</sup> W przypadku ubiegania się o premię termomodernizacyjną.

<sup>2)</sup> Podane koszty są kosztami szacunkowymi.



### **3. Podstawa opracowania.**

#### **3.1 Cel i zakres opracowania.**

Celem opracowania jest wybór optymalnego wariantu termomodernizacji budynku Miejskiego Żłobka im. Koziółka Matołka w Zgierzu, ul. Tuwima 21 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	1978
Adres budynku	ul. Tuwima 21, 95 – 100 Zgierz	Właściciel	Gmina Miasto Zgierz, pl. Jana Pawła II 16, 95 – 100 Zgierz
4.2 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Mieszana		
Liczba kondygnacji	podziemnych	nadziemnych	
	1	2	
Rodzaj dachu	Stropodach kryty lepikiem		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	3 846	172	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	944	69	
Współczynnik kształtu	0,513		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,0	2,5	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	110	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	11	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Położenie	Pow. netto	U
		[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Stropodach wentylowany</b>		578,30	0,540
<b>Strop pod balkonem</b>		19,78	1,021
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>		558,71	1,284
<b>Okna</b>	S	123,72	1,500
	SW	0,00	1,500
	W	1,66	1,500
	NW	0,00	1,500
	N	95,17	1,500
	NE	0,00	1,500
	E	3,68	1,500
	SE	0,00	1,500

Przeграда	Położenie	Pow. netto	U
		[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Drzwi wejściowe drewniane i balkonowe</b>		6,69	3,000
<b>Drzwi wejściowe</b>		7,95	1,700
<b>Podłoga nad piwnicami</b>		92,94	0,848
<b>Podłoga na gruncie</b>		485,35	0,375

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

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

W opracowaniu analizie poddano budynek Miejskiego Żłobka im. Koziółka Matołka, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Tuwima 21. Budynek wybudowany w 1978 roku, jest częściowo podpiwniczony wykonany w technologii mieszanej. Ściany zewnętrzne wykonane z płyty kanałowej i bloczków gazobetonowych grubości 36 cm, nieocieplone. Nad budynkiem zastosowano stropodach wentylowany, wykonany z płyt korytkowych na ściankach ażurowych, kryty lepikiem, ocieplony wełną mineralną grubości 7 cm. W budynku zastosowano stropy typu „płyta Żerańska” Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry. Zastrzeżenia budzi izolacyjność termiczna przegród zewnętrznych.

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

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

Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych analizowanego budynku wynoszą:

- stropodach - 0,540 W/m<sup>2</sup>K,
- ściany zewnętrzne - 1,284 W/m<sup>2</sup>K,
- strop nad piwnicą - 0,848 W/m<sup>2</sup>K,
- podłoga na gruncie - 0,375 W/m<sup>2</sup>K

są więc wyższe od wymaganych i przegrody te powinny zostać ocieplone. Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji stropu nad piwnicą, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowano ocieplenie ścian w części podpiwniczonej na głębokość jednego metra poniżej



poziomu gruntu wraz z wymianą okien piwnicznych. Nie wpłynie to bezpośrednio na zmniejszenie zużycia energii, ale spowoduje podniesienie temperatury w piwnicy i mniejsze straty energii przez strop piwnicy.

Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji podłogi na gruncie. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2016 maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła  $U$  dla przegród przezroczystych powinna wynosić:

- okna	-1,1 W/m <sup>2</sup> K
- drzwi	-1,5 W/m <sup>2</sup> K

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

W budynku zastosowano drzwi wejściowe i drzwi balkonowe o współczynniku przenikania ciepła 2,6 W/(m<sup>2</sup>K) w złym stanie technicznym oraz drzwi wejściowe o współczynniku przenikania ciepła 1,7 W/(m<sup>2</sup>K), w dobrym stanie technicznym. W związku z tym w opracowaniu przeanalizowana zostanie jedynie wymiana drzwi drewnianych oraz drzwi balkonowych, które są w złym stanie technicznym.

## 5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania.

Źródłem ciepła dla budynku jest miejska sieć ciepłownicza, a w budynku zainstalowano węzeł cieplny, który jest własnością dostawcy energii cieplnej i jest w dobrym stanie technicznym, po wymianie w 2013 r.

Instalacja CO została wykonana jako wodna z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. W 2013 roku instalacja została częściowo zmodernizowana. Istniejące stalowe rurociągi zostały wymienione na nowe i zaizolowane. Zainstalowano grzejniki płytowe z zaworami z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny wymienionych grzejników i instalacji jest bardzo dobry. Pozostałe grzejniki są w złym stanie technicznym i nie mają zamontowanych zaworów z głowicami termostatycznymi, dlatego w opracowaniu zostanie przeanalizowana ich wymiana.

## 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:

- ocieplenie stropodachu wentylowanego,
- ocieplenie stropu pod balkonem,
- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- ocieplenie ścian poniżej gruntu,
- wymianę drzwi drewnianych oraz drzwi balkonowych,
- wymianę grzejników żeliwnych oraz montaż zaworów z głowicami termostatycznymi.
- montaż Systemu Zarządzania Energią,

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

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

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

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
1	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie stropodachu. Ocieplenie stropu pod balkonem. Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]. Ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1] Wymiana drzwi drewnianych i drzwi balkonowych.
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Wymiana części grzejników. Montaż zaworów z głowicami termostatycznymi. Montaż Systemu Zarządzania Energią.



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

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

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

gdzie:

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

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

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

gdzie:

- $x_0, x_1$  - udział  $n$ -tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $Q_{0z}, Q_{1z}$  - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, GJ/rok,
- $O_{0z}, O_{1z}$  - opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla  $n$ -tego źródła, odpowiadająca:
  - dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za ciepło i zmiennej opłacie za usługi przesyłowe, zł/GJ,
  - dla energii elektrycznej - sumie stawek za energię czynną, systemową opłatę przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej przeliczonej na zł/GJ,
  - dla gazu - stawce opłaty zmiennej na przesłane paliwo zł/m<sup>3</sup> 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 ciepłą przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $q_{0u}, q_{1u}$  - zapotrzebowanie na moc ciepłą na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,
- $O_{0m}, O_{1m}$  - opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla  $n$ -tego źródła, odpowiadająca:
- dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za zamówioną moc ciepłą 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.

Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie ciepła  $Q_{0u}, Q_{1u}$ , oblicza się ze wzoru:

$$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A * U_c \quad [\text{GJ/rok}] \quad (3)$$

gdzie:

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

Liczbę stopniodni  $S_d$  oblicza się ze wzoru:



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

gdzie:

- $t_{wo}$  - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi, °C,
- $t_c(m)$  - 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,
- $Ld(m)$  - 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.

Wartość zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie  $q_{0u}$ ,  $q_{1u}$  przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

- $t_{wo}$  - jak we wzorze (4),
- $t_{zo}$  - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych, °C
- $A$  - jak we wzorze (3),
- $U_c$  - jak we wzorze (3),

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

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

Optymalizację grubości ocieplenia przegród zestawiono w tabelach poniżej:

## Usprawnienia dotyczące stropodachu

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu wentylowanego granulatem wełny mineralnej o optymalnej grubości

Pow. obliczeniowa = 578,3 [m<sup>2</sup>] R<sub>0</sub> = 1,852 [(m<sup>2</sup>\*K)/W]

Pow. ocieplenia = ok. 520 [m<sup>2</sup>]

Materiał: granulata U<sub>0</sub> = 0,540 [W/(m<sup>2</sup>\*K)]

$\lambda$  = 0,044 [W/(m\*K)]

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

Izolacja	$\Delta R$	R <sub>1</sub>	U	Q <sub>1</sub>	q <sub>1</sub>	Nu	$\Delta K_{ogr}$	SPBT
[m]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[W/(m <sup>2</sup> *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,136	2,988	0,335	61,81	0,009	67 600,00	2 935,68	23,027
0,06	1,364	3,215	0,311	57,44	0,008	69 160,00	3 273,80	21,125
0,07	1,591	3,443	0,290	53,65	0,007	70 720,00	3 567,28	19,825
0,08	1,818	3,670	0,272	50,33	0,007	72 280,00	3 824,41	18,900
0,09	2,045	3,897	0,257	47,39	0,007	73 840,00	4 051,55	18,225
0,10	2,273	4,124	0,242	44,78	0,006	75 400,00	4 253,65	17,726
0,11	2,500	4,352	0,230	42,44	0,006	76 960,00	4 434,64	17,354
0,12	2,727	4,579	0,218	40,34	0,006	78 520,00	4 597,67	17,078
0,13	2,955	4,806	0,208	38,43	0,005	80 080,00	4 745,28	16,876
0,14	3,182	5,033	0,199	36,69	0,005	81 640,00	4 879,56	16,731
0,15	3,409	5,261	0,190	35,11	0,005	83 200,00	5 002,23	16,633
0,16	3,636	5,488	0,182	33,65	0,005	84 760,00	5 114,75	16,572
0,17	3,864	5,715	0,175	32,32	0,004	86 320,00	5 218,32	16,542
0,18	4,091	5,943	0,168	31,08	0,004	87 984,00	5 313,96	16,557
0,19	4,318	6,170	0,162	29,93	0,004	89 544,00	5 402,56	16,574
0,20	4,545	6,397	0,156	28,87	0,004	91 104,00	5 484,86	16,610
0,21	4,773	6,624	0,151	27,88	0,004	92 664,00	5 561,52	16,662
0,22	5,000	6,852	0,146	26,96	0,004	94 224,00	5 633,09	16,727
0,23	5,227	7,079	0,141	26,09	0,004	95 784,00	5 700,06	16,804
0,24	5,455	7,306	0,137	25,28	0,003	97 344,00	5 762,87	16,892
0,25	5,682	7,533	0,133	24,52	0,003	98 904,00	5 821,89	16,988

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 17 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U dla stropu nad najwyższą kondygnacją wynosi 0,18 W/m<sup>2</sup>K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 17 cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.



## Usprawnienia dotyczące stropu pod balkonem

Rozpatruje się ocieplenie stropu pod balkonem płytami styropianowymi o optymalnej grubości

Pow. obliczeniowa = 19,78 [m<sup>2</sup>] R<sub>0</sub> = 0,979 [(m<sup>2</sup>\*K)/W]

Pow. ocieplenia = ok. 20 [m<sup>2</sup>]

Materiał: styropian U<sub>0</sub> = 1,021 [W/(m<sup>2</sup>\*K)]

λ = 0,040 [W/(m\*K)]

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

Izolacja	ΔR	R <sub>1</sub>	U	Q <sub>1</sub>	q <sub>1</sub>	Nu	ΔKogrz	SPBT
[m]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[W/(m <sup>2</sup> *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,250	2,229	0,449	2,83	0,000	4 451,04	273,93	16,249
0,06	1,500	2,479	0,403	2,55	0,000	4 498,52	295,57	15,220
0,07	1,750	2,729	0,366	2,31	0,000	4 546,00	313,24	14,513
0,08	2,000	2,979	0,336	2,12	0,000	4 593,47	327,96	14,006
0,09	2,250	3,229	0,310	1,96	0,000	4 640,95	340,39	13,634
0,10	2,500	3,479	0,287	1,82	0,000	4 688,43	351,03	13,356
0,11	2,750	3,729	0,268	1,69	0,000	4 735,91	360,25	13,146
0,12	3,000	3,979	0,251	1,59	0,000	4 783,38	368,31	12,987
0,13	3,250	4,229	0,236	1,49	0,000	4 830,86	375,42	12,868
0,14	3,500	4,479	0,223	1,41	0,000	4 878,34	381,73	12,779
0,15	3,750	4,729	0,211	1,34	0,000	4 925,82	387,38	12,716
0,16	4,000	4,979	0,201	1,27	0,000	4 973,30	392,46	12,672
0,17	4,250	5,229	0,191	1,21	0,000	5 020,77	397,05	12,645
0,18	4,500	5,479	0,183	1,15	0,000	5 072,21	401,23	12,642
0,19	4,750	5,729	0,175	1,10	0,000	5 119,69	405,04	12,640
0,20	5,000	5,979	0,167	1,06	0,000	5 167,16	408,53	12,648
0,21	5,250	6,229	0,161	1,01	0,000	5 214,64	411,74	12,665
0,22	5,500	6,479	0,154	0,98	0,000	5 262,12	414,71	12,689
0,23	5,750	6,729	0,149	0,94	0,000	5 309,60	417,45	12,719
0,24	6,000	6,979	0,143	0,91	0,000	5 357,07	420,00	12,755
0,25	6,250	7,229	0,138	0,87	0,000	5 404,55	422,37	12,796

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 19 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U dla stropu nad najwyższą kondygnacją wynosi 0,18 W/m<sup>2</sup>K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 19cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry



## Usprawnienia dotyczące ścian zewnętrznych budynku

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1] budynku wełną mineralną lub styropianem metodą bezspoinową.

Pow. obliczeniowa =	558,71	[m <sup>2</sup> ]	R <sub>0</sub> =	0,779	[(m <sup>2</sup> *K)/W]
Pow. ocieplenia =	ok. 590	[m <sup>2</sup> ]	U <sub>0</sub> =	1,284	[W/(m <sup>2</sup> *K)]
Materiał:	styropian		λ =	0,040	[W/(m*K)]

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

Izolacja	ΔR	R <sub>1</sub>	U	Q <sub>1</sub>	q <sub>1</sub>	Nu	ΔKogrz	SPBT
[m]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[W/(m <sup>2</sup> *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,250	2,029	0,493	87,96	0,012	177 000,00	10 927,15	16,198
0,06	1,500	2,279	0,439	78,31	0,011	177 811,25	11 673,95	15,231
0,07	1,750	2,529	0,395	70,57	0,010	178 784,75	12 273,09	14,567
0,08	2,000	2,779	0,360	64,22	0,009	179 920,50	12 764,42	14,095
0,09	2,250	3,029	0,330	58,92	0,008	181 218,50	13 174,63	13,755
0,10	2,500	3,279	0,305	54,42	0,007	182 678,75	13 522,29	13,509
0,11	2,750	3,529	0,283	50,57	0,007	184 301,25	13 820,69	13,335
0,12	3,000	3,779	0,265	47,22	0,007	186 086,00	14 079,60	13,217
0,13	3,250	4,029	0,248	44,29	0,006	188 033,00	14 306,37	13,143
0,14	3,500	4,279	0,234	41,70	0,006	190 142,25	14 506,65	13,107
0,15	3,750	4,529	0,221	39,40	0,005	192 413,75	14 684,81	13,103
0,16	4,000	4,779	0,209	37,34	0,005	194 847,50	14 844,34	13,126
0,17	4,250	5,029	0,199	35,48	0,005	197 443,50	14 988,00	13,173
0,18	4,500	5,279	0,189	33,80	0,005	200 201,75	15 118,05	13,243
0,19	4,750	5,529	0,181	32,27	0,004	203 122,25	15 236,34	13,331
0,20	5,000	5,779	0,173	30,88	0,004	206 205,00	15 344,40	13,438
0,21	5,250	6,029	0,166	29,60	0,004	209 450,00	15 443,50	13,562
0,22	5,500	6,279	0,159	28,42	0,004	212 857,25	15 534,70	13,702
0,23	5,750	6,529	0,153	27,33	0,004	216 426,75	15 618,92	13,857
0,24	6,000	6,779	0,148	26,32	0,004	220 158,50	15 696,92	14,026
0,25	6,250	7,029	0,142	25,39	0,003	224 052,50	15 769,38	14,208

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 15 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U - dla ścian zewnętrznych wynosi 0,23 W/m<sup>2</sup>K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 15 cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.



## Usprawnienia dotyczące stropu nad nieogrzewaną piwnicą

Rozpatruje się ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą poprzez ocieplenie ścian poniżej gruntu styroporem lub styropianem XPS na głębokość jednego metra

Pow. obliczeniowa = 14,80 [m<sup>2</sup>] R<sub>0</sub> = 1,321 [(m<sup>2</sup>\*K)/W]

Pow. ocieplenia = ok. 15 [m<sup>2</sup>]

Materiał: styropor

U<sub>0</sub> = 0,757 [W/(m<sup>2</sup>\*K)]

λ = 0,032 [W/(m\*K)]

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

Izolacja	ΔR	R <sub>1</sub>	U	Q <sub>1</sub>	q <sub>1</sub>	Nu	ΔKogrz	SPBT
[m]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[W/(m <sup>2</sup> *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,563	2,883	0,347	1,64	0,000	4 884,00	149,12	32,753
0,06	1,875	3,196	0,313	1,48	0,000	4 958,00	160,46	30,898
0,07	2,188	3,508	0,285	1,35	0,000	5 046,80	169,79	29,724
0,08	2,500	3,821	0,262	1,24	0,000	5 150,40	177,59	29,002
0,09	2,813	4,133	0,242	1,14	0,000	5 268,80	184,21	28,602
0,10	3,125	4,446	0,225	1,06	0,000	5 402,00	189,90	28,447
0,11	3,438	4,758	0,210	0,99	0,000	5 550,00	194,84	28,485
0,12	3,750	5,071	0,197	0,93	0,000	5 712,80	199,18	28,682
0,13	4,063	5,383	0,186	0,88	0,000	5 890,40	203,01	29,016
0,14	4,38	5,696	0,176	0,83	0,000	6 082,80	206,42	29,469
0,15	4,688	6,008	0,166	0,79	0,000	6 291,48	209,47	30,035
0,16	5,000	6,321	0,158	0,75	0,000	6 513,48	212,22	30,692
0,17	5,313	6,633	0,151	0,71	0,000	6 750,28	214,72	31,438
0,18	5,625	6,946	0,144	0,68	0,000	7 001,88	216,99	32,269
0,19	5,938	7,258	0,138	0,65	0,000	7 268,28	219,06	33,179
0,20	6,250	7,571	0,132	0,62	0,000	7 549,48	220,96	34,166
0,21	6,563	7,883	0,127	0,60	0,000	7 845,48	222,71	35,227
0,22	6,875	8,196	0,122	0,58	0,000	8 156,28	224,33	36,358
0,23	7,188	8,508	0,118	0,56	0,000	8 481,88	225,83	37,558
0,24	7,500	8,821	0,113	0,54	0,000	8 822,28	227,22	38,826
0,25	7,813	9,133	0,109	0,52	0,000	9 177,48	228,52	40,160

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

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

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

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

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

gdzie:

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

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

$$\Delta O_{rok} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), \quad [\text{zł/rok}] \quad (7)$$

gdzie:

- $x_0, x_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $Q_0, Q_1$  - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, wówczas gdy okna i drzwi nie pełnią funkcji doprowadzenia powietrza, w przypadku gdy pełnią taką rolę (powietrze dostaje się do pomieszczeń przez nieszczelności okien, drzwi, nawiewniki okienne lub ścienne) jest to zapotrzebowanie na pokrycie strat przez



przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, GJ/rok,

$O_{0z}, O_{1z}$  - suma opłat jak we wzorze (2),

$y_0, y_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,

$q_0, q_1$  - zapotrzebowanie na moc cieplną odpowiednio na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację lub na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,

$O_{0m}, O_{1m}$  - jak we wzorze (2),

$Ab_0, Ab_1$  - miesięczna opłata abonamentowa jak we wzorze (2).

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

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

gdzie:

$S_d$  - jak we wzorze (4),

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

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

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

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

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

gdzie:

- S<sub>d</sub> - jak we wzorze (4),  
 U - jak we wzorze (8),  
 A<sub>Ok</sub> - jak we wzorze (8),  
 V<sub>nom</sub> - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków projektowych dla wentylacji naturalnej; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw, m<sup>3</sup>/h,  
 c<sub>r</sub> - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2,  
 c<sub>w</sub> - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2.

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

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

gdzie:

- t<sub>w0</sub> - jak we wzorze (4),  
 t<sub>z0</sub> - jak we wzorze (5),  
 A<sub>Ok</sub> - jak we wzorze (8),  
 U - jak we wzorze (8),  
 a - współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określany w oparciu o tabelę 1 część 3 załącznika do Rozporządzenia, m<sup>3</sup>/(m\*h\*daPa<sup>2/3</sup>),  
 l - długość zewnętrznych szczelin przylgowych okien lub drzwi, przed i po termomodernizacji, m.

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

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

gdzie:

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



- $A_{Ok}$  - jak we wzorze (8),  
 $U$  - jak we wzorze (8),  
 $V_{obl}$  - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków obliczeniowych dla instalacji ogrzewczych; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw, pomnożony przez współczynnik korekcyjny  $c_m$  zgodnie z tabelą 2,  $m^3/h$ ,

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

$$Q_{0inf}, Q_{1inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} Ld(m), \quad [GJ/rok] \quad (12)$$

gdzie:

- $a$  - jak we wzorze (10),  
 $l$  - jak we wzorze (10),  
 $t_{wo}, t_e(m)$  - jak we wzorze (4),  
 $Ld(m)$  - jak we wzorze (4).

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu drzwi drewnianych i drzwi balkonowych (o powierzchni  $6,69 \text{ m}^2$ ) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	$c_r$	$c_w$	Q	q	$\Delta O$	N	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	3,0	1,2	1,0	13,79	0,002	-	-	-
1	1,7	1,0	1,0	9,79	0,001	241,56	9 701,95	40,16
2	1,5	1,0	1,0	9,36	0,001	267,51	10 371,05	38,77
3	1,3	1,0	1,0	8,93	0,001	293,46	11 709,25	39,90

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących drzwi jest rozwiązanie drugie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dlatego to rozwiązanie zostanie uwzględnione w dalszej analizie.

#### 7.4 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu pod balkonem	5 119,69	12,64
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	194 847,50	13,13
3	Ocieplenie stropodachu	86 320,00	16,54
4	Ocieplenie stropu nad piwnicą	5 402,00	28,45
5	Wymiana drzwi drewnianych i balkonowych	10 371,05	38,77

#### 7.5 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

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

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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu pod balkonem	5 119,69	12,64
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	194 847,50	13,13
3	Ocieplenie stropodachu	86 320,00	16,54
4	Ocieplenie stropu nad piwnicą	5 402,00	28,45
5	Wymiana drzwi drewnianych	10 371,05	38,77
	Ogółem	302 060,24	



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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu pod balkonem	5 119,69	12,64
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	194 847,50	13,13
3	Ocieplenie stropodachu	86 320,00	16,54
4	Ocieplenie stropu nad piwnicą	5 402,00	28,45
	Ogółem	291 689,19	

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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu pod balkonem	5 119,69	12,64
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	194 847,50	13,13
3	Ocieplenie stropodachu	86 320,00	16,54
	Ogółem	286 287,19	

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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu pod balkonem	5 119,69	12,64
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	194 847,50	13,13
	Ogółem	199 967,19	

**Tabela 7e. Szacunkowe koszty modernizacji budynku wg wariantu V**

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu pod balkonem	5 119,69	12,64
	Ogółem	5 119,69	

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

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

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

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

gdzie:

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

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

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

gdzie:

- $x_0, x_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- $Q_{OCO}$  - 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,
- $\eta_0, \eta_1$  - całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po modernizacji obliczona wg wzoru (19),
- $w_{t0}, w_{t1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przyjęte



- na podstawie tabeli (4) Rozporządzenia,
- $W_{d0}$ ,  $W_{d1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przyjęte na podstawie tabeli (5) Rozporządzenia,
- $O_{0z}$ ,  $O_{1z}$  - jak we wzorze (2),
- $y_0$ ,  $y_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu modernizacji,
- $q_{0m}$ ,  $q_{1m}$  - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego budynku, określone zgodnie z Polską Normą lub projektu technicznego instalacji ogrzewania, MW,
- $Ab_0$ ,  $Ab_1$  - jak we wzorze (2).

Całkowitą sprawność systemu grzewczego  $\eta_0$ ,  $\eta_1$ , oblicza się z zależności:

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

gdzie:

- $\eta_w$  – sprawność wytwarzania ciepła określona zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi kotłów grzewczych, wodnych, niskotemperaturowych, gazowych oraz kotłów grzewczych stalowych o mocy grzewczej do 50 kW lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- $\eta_p$  – sprawność przesyłania ciepła określana zgodnie z Polską Normą dotyczącą izolacji cieplnej rurociągów, armatury i urządzeń lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- $\eta_r$  – sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- $\eta_e$  – sprawność akumulacji ciepła przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej.

Jak wspomniano w części opisowej Audytu w budynku w 2013 r. wymieniono węzeł cieplny,

instalację c.o. i większość grzejników. Niewymienione grzejniki są w złym stanie technicznym, w związku z tym przewidziano ich wymianę oraz zainstalowanie zaworów regulacyjnych z głowicami termostatycznymi. Dodatkowo przewidziano montaż Systemu Zarządzania Energią.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,1045	0,1045
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	853	853
3	Ogólna sprawność CO	-	0,7841	0,7841
4	Obniżenie nocne <sup>1)</sup>	-	1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe <sup>1)</sup>	-	1,00	0,90
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO z uwzględnieniem sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	1 088	930
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	64 418,11	55 077,73
8	Roczna opłata stała	zł/rok	13 788,71	13 788,71
9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło C.W.U	GJ/rok	28,58	28,58
10	Ogólna sprawność C.W.U	-	0,5900	0,5900
11	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CWU z uwzględnieniem sprawności	GJ/rok	48,43	48,43
12	Cena ciepła C.W.U	zł/GJ	71,07	71,07
13	Koszt ciepła CO	zł	78 206,82	68 866,44
14	Koszt ciepła CWU	zł	3 442,11	3 442,11
15	Koszt ciepła	zł	81 648,93	72 308,55
16	Oszczędność kosztów	zł		9 340,38
17	Koszt modernizacji	zł		136 131,18
18	SPBT	lat		14,57

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



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

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

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

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli poniżej:

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

wariant	CO				CWU				CO+CWU				Oszczędności	
	q <sub>CO</sub>	Q <sub>CO</sub>	η	w	Q <sub>CO</sub> *w/η	Opłata CO	q <sub>CWU</sub>	Q <sub>CWU</sub>	Opłata CWU	Q <sub>CO+CWU</sub>	KOSZT	Oszczędności		
	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	%	zł/rok
0	0,1045	853,07	0,7841	1	1 087,96	78 206,82	0,004	48,43	3 442,11	1 136	81 648,93	581	51,14	40 245,01
I+A	0,0603	464,74	0,7841	0,855	506,76	37 961,81	0,004	48,43	3 442,11	555	41 403,92	577	50,77	39 933,56
II+A	0,0608	468,61	0,7841	0,855	510,98	38 273,26	0,004	48,43	3 442,11	579	43 145,36	466	41,03	31 852,31
III+A	0,0628	486,60	0,7841	0,855	530,60	39 703,25	0,004	48,43	3 442,11	670	49 796,62	165	14,51	9 861,71
IV+A	0,0723	570,11	0,7841	0,855	621,66	46 354,51	0,004	48,43	3 442,11	972	71 787,22	158	13,88	9 340,38
V+A	0,1037	846,56	0,7841	0,855	923,11	68 345,11	0,004	48,43	3 442,11	979	72 308,55			
A	0,1045	853,07	0,7841	0,855	930,21	68 866,44	0,004	48,43	3 442,11					

Dokumentacja wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite <sup>1)</sup>	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu <sup>2)</sup>			Premia termomodernizacyjna				
					[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]	[%]	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2 lata oszczędności
1	2	3	4	5	[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]	[%]	[zł]	[zł]	[zł]
1	I+A	438 191,42	40 245,01	51,14	0,00	0,00	0,00	87 638,28	70 110,63	80 490,02		
2	II+A	427 820,37	39 933,56	50,77	438 191,42	100,00	100,00	85 564,07	68 451,26	79 867,12		
3	III+A	422 418,37	38 503,57	49,05	0,00	0,00	0,00	84 483,67	67 586,94	77 007,14		
4	IV+A	336 098,37	31 852,31	41,03	422 418,37	100,00	100,00	67 219,67	53 775,74	63 704,62		
5	V+A	141 250,87	9 861,71	14,51	0,00	0,00	0,00	28 250,17	22 600,14	19 723,42		
6	A	136 131,18	9 340,38	13,88	141 250,87	100,00	100,00	27 226,24	21 780,99	18 680,76		

<sup>1)</sup> Podana kwota jest wielkością szacunkową

<sup>2)</sup> W przypadku ubiegania się o premię termomodernizacyjną



## **9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.**

Optymalnym wariantem jest wariant Nr 1 (I+A) i spełnia on wszystkie wymogi Ustawy. Również pozostałe warianty mogą być realizowane, ponieważ spełniają wszystkie wymogi Ustawy. Biorąc pod uwagę kompleksowość termomodernizacji oraz największą oszczędność energii proponuje się modernizację budynku według wariantu pierwszego.

Według tego wariantu należy wykonać:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1] o powierzchni około 590 m<sup>2</sup> proponuje się wykonać płytami z wełny mineralnej lub ze styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda \leq 0,040$  W/m\*K, warstwą o grubości minimum 15 cm. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,221 W/m<sup>2</sup>\*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: ocieplenie ościeży, wymianę parapetów zewnętrznych, rur spustowych, rynien, obróbki blacharskie, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
2. Ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą poprzez ocieplenie ścian poniżej gruntu o powierzchni około 15 m<sup>2</sup>, proponuje się wykonać płytami ze styroporu lub styropianu XPS warstwą o grubości minimum 10 cm i współczynniku przewodzenia  $\lambda = 0,032$  W/m\*K. Dodatkowo w kosztach przedsięwzięcia uwzględniono wymianę okien piwnicznych. W pierwszej kolejności należy usunąć istniejącą opaskę betonową. Następnie, po odkopaniu ściany należy pokryć ją dwukrotnie pionową warstwą izolacji przeciwwilgociowej na całej głębokości oraz zamontować płyty ze styroporu lub styropianu XPS na głębokość 1m. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: roboty ziemne, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
3. Ocieplenie stropodachu wentylowanego  
Ocieplenie stropodachu o powierzchni około 520 m<sup>2</sup> należy wykonać poprzez wdmuchanie granulatu wełny mineralnej o grubości minimum 17 cm i współczynniku przewodzenia  $\lambda = 0,044$  W/m\*K. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,175 W/m<sup>2</sup>\*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze,

w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: obróbki blacharskie, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

#### 4. Ocieplenie stropu pod balkonem.

Ocieplenie stropu pod balkonem o powierzchni około 180 m<sup>2</sup> należy wykonać płytami styropianowymi o grubości minimum 19 cm i współczynnika przewodzenia  $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^*\text{K}$ . Następnie należy wykonać podłogę z bezpiecznej nawierzchni. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,175 W/m<sup>2</sup>\*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: obróbki blacharskie, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

5. Wymianę drzwi o powierzchni około 6,69 m<sup>2</sup> na drzwi o współczynnika przenikania  $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  zgodnie z Aprobata Techniczną i z zaleceniami producenta. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np. demontaż i utylizacja starych futryn i drzwi, montaż i obróbka nowych drzwi ect. oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

#### 6. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez:

- wymianę istniejących grzejników na grzejniki płytowe (około 6 szt.),
- montaż zaworów z głowicami termostatycznymi (około 6 szt.),
- montaż instalacji zmieszania pompowego za węzłem cieplnym,
- regulację instalacji grzewczej,
- 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,
- prace instalacyjne, odtworzeniowe i inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

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

## 10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

1	Calkowity koszt robót szacuje się na	438 191,42 zł
2	Przewidywana premia termomodernizacyjna	70 110,63 zł
3	Efekt modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji	40 245,01 zł
4	Czas zwrotu nakładów SPBT	10,89 lat

*Bllososka*

*mgr inż. Barbara Kosowska*



## ZAŁĄCZNIKI

### Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.

Ceny jednostkowe ciepła dla potrzeb centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej

		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	$d_1$	$d$	$\lambda$	$R$	$U$
		[cm]	[m]	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	[W/m <sup>2</sup> K]
Stropodach wentylowany	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,540
	Gładź cementowa	1,5	0,015	1,000	0,015	
	Płytki korytkowa	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Pustka powietrzna	45,0				
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Wełna mineralna	7,0	0,07	0,050	1,400	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Strop kanałowy	24,0	0,24		0,180	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,0150	0,820	0,018	
	R				1,712	
	Rsi				0,100	
	Rse				0,040	
	R <sub>T</sub>				1,852	
Strop pod balkonem	Lastrico	2,0	0,02	0,72	0,028	1,021
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,00	0,030	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,18	0,083	
	Płyta pilśniowa	2,5	0,025	0,050	0,500	
	Strop kanałowy	24,0	0,24		0,180	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,82	0,018	
	R				0,839	
	Rsi				0,100	
	Rse				0,040	
	R <sub>T</sub>				0,979	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	Tynk cem.-wapienny	2,5	0,025	0,820	0,030	1,284
	Płyta kanałowa	24,0	0,240		0,238	
	Beton komórkowy	12,0	0,120	0,380	0,316	
	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	
	R				0,609	
	Rsi				0,130	
	Rse				0,040	
	R <sub>T</sub>				0,779	
Strop nad piwnicą	Lastrico	2,0	0,02	0,72	0,028	0,848
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,00	0,030	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,18	0,083	
	Płyta pilśniowa	2,5	0,025	0,050	0,500	
	Strop kanałowy	24,0	0,24		0,180	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,82	0,018	
	R				0,839	
	Rsi				0,170	
	Rse				0,170	
	R <sub>T</sub>				1,179	



Przegroda	Wyszczególnienie	$d_1$	$d$	$\lambda$	$R$	$U$
		[cm]	[m]	W/mK	$m^2K/W$	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Podłoga na gruncie</b>	Lastrico	2,0	0,020	0,720	0,028	0,375
	Gładź cementowa	2,0	0,02	1,05	0,019	
	Żwirobeton	15,0	0,15	1,000	0,150	
	Żużel paleniskowy	16,0	0,16	0,20	0,800	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,18	0,083	
	Szlichta cementowa	1,0	0,01	1,05	0,010	
	Gruzobeton	10,0	0,1	1,00	0,100	
	R				1,190	
	Opór zastępczy gruntu				1,474	
	R <sub>T</sub>				2,664	
<b>Okna</b>				$U_0$	Wsp.	$U$
				[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/m <sup>2</sup> K]
				1,500	1,0	1,500
<b>Drzwi wejściowe PCV</b>				1,700	1,0	1,700
<b>Drzwi wejściowe drewniane</b>				2,500	1,2	3,000

### Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji.

Przegroda	Wyszczególnienie	$d_1$	$d$	$\lambda$	$R$	$U$
		[cm]	[m]	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Stropodach wentylowany</b>	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,175
	Gładź cementowa	1,5	0,015	1,000	0,015	
	Płytki korytkowa	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Pustka powietrzna	45,0	0,450			
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Wełna mineralna	7,0	0,070	0,050	1,400	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Strop kanałowy	24,0	0,240	0,000	0,180	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	Wełna mineralna	17,0	0,170	0,044	3,864	
	R				5,575	
	R <sub>si</sub>				0,100	
	R <sub>se</sub>				0,040	
	R <sub>T</sub>				5,715	
<b>Strop pod balkonem</b>	Lastrico	2,0	0,020	0,720	0,028	0,175
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Płyta pilśniowa	2,5	0,025	0,050	0,500	
	Strop kanałowy	24,0	0,240		0,180	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	1,000	0,018	
	Styropian	19,0	0,190	0,040	4,750	
	R				5,589	
	R <sub>si</sub>				0,100	
	R <sub>se</sub>				0,040	
R <sub>T</sub>				5,729		
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>	Tynk cem.-wapienny	2,5	0,025	0,820	0,030	0,221
	Płyta kanałowa	24,0	0,24		0,238	
	Beton komórkowy	12,0	0,12	0,380	0,316	
	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	
	Styropian	15,0	0,15	0,040	3,750	
	R				4,359	
	R <sub>si</sub>				0,130	
	R <sub>se</sub>				0,040	
R <sub>T</sub>				4,529		



Przegroda	Wyszczególnienie	$d_1$	$d$	$\lambda$	$R$	$U$
		[cm]	[m]	W/mK	$m^2K/W$	$[W/m^2K]$
<b>Strop nad piwnicą</b>	Lastrico	2,0	0,020	0,720	0,028	0,848
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,000	0,030	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Płyta pilśniowa	2,5	0,025	0,050	0,500	
	Strop kanałowy	24,0	0,24		0,180	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,839	
	Rsi				0,170	
	Rse				0,170	
	R <sub>T</sub>				1,179	
<b>Podłoga na gruncie</b>	Lastrico	2,0	0,020	0,720	0,028	0,364
	Gładź cementowa	2,0	0,02	1,050	0,019	
	Żwiroboton	15,0	0,15	1,000	0,150	
	Żużel paleniskowy	16,0	0,16	0,200	0,800	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Szlichta cementowa	1,0	0,01	1,050	0,010	
	Gruzobeton	10,0	0,1	1,000	0,100	
	R				1,190	
	Opór zastępczy gruntu				1,554	
	RT				2,744	
<b>Okna</b>				$U_0$	Wsp.	$U$
				$[W/m^2K]$	-	$[W/m^2K]$
				1,5	1,000	1,500
<b>Drzwi wejściowe PCV</b>				1,7	1,000	1,700
<b>Drzwi wejściowe wymienione</b>				1,5	1,000	1,500

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

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza	
		obecnie	docelowo
Kubatura wentylowana $V_{ve}$	[m <sup>3</sup> ]	2 831	
Powierzchnia ogrzewana $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	944	
Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego	[m <sup>3</sup> /s*m <sup>2</sup> ]	0,56*10 <sup>-3</sup>	
Średni strumień powietrza zewnętrznego	[m <sup>3</sup> /s]	0,53	
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m <sup>3</sup> /s]	0,16	0,16
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /s]	0,69	0,69
Współczynniki korekcyjne	$c_r$	-	1,0
	$c_w$	-	1,0
	$c_m$	-	1,0
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /s]	0,69	0,69
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /h]	2 469	2 469
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	822,88	822,88
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,87	0,87

#### Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.

	Wsp.	Kubatura	Krotność	Wsp. osł.	Wsp. wys.	Strumień
	-	[m <sup>3</sup> ]	[h <sup>-1</sup> ]	-	-	[m <sup>3</sup> /h]
Strumień higieniczny		2 831	0,5			1 415,5

#### Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	944	4,7	4 435



## Z-7 Projektowana strata ciepła.

### Projektowana strata ciepła obecnie

Przegroda	A	U	$b_u$	$H_t$	$\Delta\Theta$ [°C]	$\Phi$ [kW]	
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/K]			
Stropodach wentylowany	578,30	0,540	1,0	312	44	13,74	
Strop pod balkonem	19,78	1,021	1,0	20		0,89	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	558,71	1,284	1,0	718		31,57	
Okna	224,23	1,500	1,0	336		14,80	
Drzwi wejściowe stare	6,69	3,000	1,0	20		0,88	
Drzwi wejściowe	5,30	1,700	1,0	9		0,40	
Strop nad piwnicą	92,94	0,848	0,67	53		2,32	
Podłoga na gruncie	485,35	0,375	1,0	182		8,02	
Mostki liniowe	l	$\psi$	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	443,40	0,190	1,0	84		3,71	
nadproża	135,35	0,600	1,0	81		3,57	
podokien	135,35	0,570	1,0	77		3,39	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				1 893		83,30	
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$			
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]			
		1 416	0,34	481		21,18	
<b>OGÓŁEM</b>						<b>104,47</b>	

### Projektowana strata ciepła dla wariantu optymalnego

Przegroda	A	U	$b_u$	$H_{tr}$	$\Delta\Theta$ [°C]	$\Phi$ [kW]	
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/K]			
Stropodach wentylowany	578,30	0,175	1,0	101	44	4,45	
Strop pod balkonem	19,78	0,175	1,0	3		0,15	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	558,71	0,221	1,0	123		5,43	
Okna nowe	224,23	1,500	1,0	336		14,80	
Drzwi wejściowe wymienione	6,69	1,500	1,0	10		0,44	
Drzwi wejściowe	5,30	1,700	1,0	9		0,40	
Strop nad piwnicą	92,94	0,848	0,64	50		2,22	
Podłoga na gruncie	485,35	0,364	1,0	177		7,78	
Mostki liniowe	l	$\psi$	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	443,40	0,050	1,0	22		0,98	
nadproża	135,35	0,200	1,0	27		1,19	
podokien	135,35	0,220	1,0	30		1,31	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				890		39,15	
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$			
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]			
		1 416	0,34	481		21,18	
<b>OGÓŁEM</b>						<b>60,33</b>	

Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego.

	Pow.	Pow.netto	Wsp. przep.	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]											
Okna stare													
S	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	0,00	0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Okna nowe													
S	123,72	86,60	0,67	9 741	9 112	18 066	19 521	24 718	16 412	13 568	6 336	4 846	122 320
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	1,66	1,16	0,67	61	71	158	228	309	187	122	57	45	1 239
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	95,17	66,62	0,67	3 114	3 457	7 536	11 364	13 906	9 227	5 731	2 997	2 522	59 855
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	3,68	2,58	0,67	141	163	397	546	752	403	262	127	102	2 893
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	224,23	156,96		13 057	12 803	26 157	31 658	39 684	26 229	19 685	9 517	7 515	186 306
OGÓLEM	224,23	156,96		13 057	12 803	26 157	31 658	39 684	26 229	19 685	9 517	7 515	186 306



Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu.

	Pow.	Pow.netto	Wsp. przep.	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]											
Okna stare													
S	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	0,00	0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Okna nowe													
S	123,72	86,60	0,67	9 741	9 112	18 066	19 521	24 718	16 412	13 568	6 336	4 846	122 320
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	1,66	1,16	0,67	61	71	158	228	309	187	122	57	45	1 239
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	95,17	66,62	0,67	3 114	3 457	7 536	11 364	13 906	9 227	5 731	2 997	2 522	59 855
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	3,68	2,58	0,67	141	163	397	546	752	403	262	127	102	2 893
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	224,23	156,96		13 057	12 803	26 157	31 658	39 684	26 229	19 685	9 517	7 515	186 306
OGÓLEM	224,23	156,96		13 057	12 803	26 157	31 658	39 684	26 229	19 685	9 517	7 515	186 306



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

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem	
Srednia temp. miesiąca	[°C]	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7		
Różnica temperatur	[°C]	25,0	25,0	20,7	16,4	10,5	11,1	17,4	20,2	23,3		
Liczba dni w miesiącu		31	28	31	30	5	5	31	30	31	222	
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	0,432	0,432	2,678	2,592	2,678	19,181	
Straty	$H_{tr}, H_{ve}$											
Stropodach wentylowany	[MJ]	20 913	18 889	17 316	13 276	1 417	1 498	14 555	16 353	19 491	123 707	
Strop pod balkonem	[MJ]	1 352	1 222	1 120	859	92	97	941	1 058	1 261	8 000	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	48 045	43 396	39 782	30 501	3 255	3 441	33 440	37 568	44 778	284 206	
Okna	[MJ]	22 521	20 342	18 648	14 297	1 526	1 613	15 675	17 610	20 990	133 222	
Drzwi wejściowe stare	[MJ]	1 344	1 214	1 113	853	91	96	935	1 051	1 253	7 951	
Drzwi wejściowe	[MJ]	604	545	500	383	41	43	420	472	562	3 570	
Strop nad piwnicą	[MJ]	3 535	3 193	2 927	2 244	240	253	2 461	2 765	3 295	20 914	
Mostki liniowe	[MJ]	16 245	14 673	13 451	10 313	1 100	1 163	11 306	12 702	15 140	96 094	
Podłoga na gruncie	[MJ]	12 201	11 020	10 102	7 746	827	874	8 492	9 540	11 371	72 173	
Straty przez przegrody	[MJ]	126 761	114 494	104 958	80 473	8 587	9 078	88 226	99 119	118 141	749 837	
Wentylacja	[MJ]	55 100	49 768	45 623	34 980	3 733	3 946	38 350	43 085	51 353	325 936	
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	181 861	164 262	150 581	115 453	12 320	13 024	126 575	142 204	169 495	1 075 773	
Zyski słoneczne	[MJ]	13 057	12 803	26 157	31 658	39 684	26 229	19 685	9 517	7 515	186 306	
Zyski wewnętrzne	[MJ]	11 879	10 730	11 879	11 496	1 916	1 916	11 879	11 496	11 879	85 072	
Razem zyski	[MJ]	24 936	23 533	38 036	43 155	41 600	28 145	31 564	21 013	19 395	271 378	
Stosunek zysków do przenoszenia		0,1371	0,1433	0,2526	0,3738	3,3767	2,1611	0,2494	0,1478	0,1144	0,2523	
Typ budynku		ciężki (260 000)										
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	1 018										
Pojemność cieplna	[J/K]	264 686 552										
Stała czasowa	[h]	27										
Metoda obliczeniowa		miesięczna										
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1										
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15										
Parametr numeryczny $a_H$		2,80										
Parametr numeryczny $a_H + 1$		3,80										
$\eta$		0,9967	0,9963	0,9842	0,9594	0,2892	0,4325	0,9847	0,9960	0,9980		
Zyski ciepła	[MJ]	24 854	23 447	37 434	41 403	12 031	12 172	31 080	20 929	19 356	222 705	
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	157 007	140 815	113 147	74 050	288	851	95 496	121 275	150 139	853 068	



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

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesięca	[°C]	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7	
Różnica temperatur	[°C]	25,0	25,0	20,7	16,4	10,5	11,1	17,4	20,2	23,3	
Liczba dni w miesiącu		31	28	31	30	5	5	31	30	31	222
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	0,432	0,432	2,678	2,592	2,678	19,181
Przegroda	Htr Hve										
Stropodach wentylowany	[MJ]	6 775	6 120	5 610	4 301	459	485	4 716	5 298	6 315	40 079
Strop pod balkonem	[MJ]	231	209	191	147	16	17	161	181	215	1 368
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	8 261	7 462	6 840	5 244	560	592	5 750	6 460	7 699	48 867
Okna	[MJ]	22 521	20 342	18 648	14 297	1 526	1 613	15 675	17 610	20 990	133 222
Drzwi wejściowe wymienione	[MJ]	672	607	556	427	46	48	468	525	626	3 975
Mostki liniowe	[MJ]	5 291	4 779	4 381	3 359	358	379	3 683	4 137	4 931	31 298
Drzwi wejściowe	[MJ]	604	545	500	383	41	43	420	472	562	3 570
Strop nad piwnicą	[MJ]	3 377	3 050	2 796	2 144	229	242	2 351	2 641	3 148	19 977
Podłoga na gruncie	[MJ]	11 845	10 699	9 808	7 520	802	848	8 244	9 262	11 040	70 068
Straty przez przegrody	[MJ]	59 578	53 812	49 331	37 822	4 036	4 267	41 466	46 586	55 527	352 424
Wentylacja	[MJ]	55 100	49 768	45 623	34 980	3 733	3 946	38 350	43 085	51 353	325 936
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	114 678	103 580	94 953	72 802	7 769	8 212	79 816	89 671	106 880	678 361
Zyski słoneczne	[MJ]	13 057	12 803	26 157	31 658	39 684	26 229	19 685	9 517	7 515	186 306
Zyski wewnętrzne	[MJ]	11 879	10 730	11 879	11 496	1 916	1 916	11 879	11 496	11 879	85 072
Razem zyski	[MJ]	24 936	23 533	38 036	43 155	41 600	28 145	31 564	21 013	19 395	271 378
Stosunek zysków do przeniesienia		0,2174	0,2272	0,4006	0,5928	5,3550	3,4272	0,3955	0,2343	0,1815	0,4000
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	1 018									
Pojemność ciepła	[J/K]	264 686 552									
Stała czasowa	[h]	43									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy a <sub>H,0</sub>		1									
Stała czasowa odniesienia t <sub>H,0</sub>	[h]	15									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub>		3,86									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub> + 1		4,86									
η		0,9978	0,9975	0,9823	0,9413	0,1865	0,2900	0,9830	0,9972	0,9989	
Zyski ciepła	[MJ]	24 882	23 474	37 363	40 623	7 759	8 162	31 028	20 954	19 373	213 618
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	89 796	80 106	57 591	32 179	10	50	48 788	68 717	87 507	464 743

## Z-12 Sprawności systemu grzewczego.

### Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			sieć miejska
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,99	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,90	przewody poziome i pionowe izolowane
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e$	0,88	regulacja centralna i miejscowa
5	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0$	0,784	
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	$\eta_g$	0,99	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,90	przewody poziome i pionowe izolowane
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e$	0,88	regulacja centralna i miejscowa
5	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0$	0,78	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	$w_t$	0,90	obniżenie tygodniowe
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	$w_d$	0,95	obniżenie nocne



### Z-13 Ciepła woda użytkowa.

Wyszczególnienie	Jednostka	
Ciepło właściwe wody	$\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$	4,19
Gęstość wody	$\text{kg/dm}^3$	1
Powierzchnia pomieszeń $A_f$	$\text{m}^2$	943,67
Liczba użytkowników	osoba	110
Zużycie jednostkowe	$\text{dm}^3/(\text{m}^2\text{doba})$	0,80
Temperatura ciepłej wody	$^{\circ}\text{C}$	55
Temperatura wody zimnej	$^{\circ}\text{C}$	10
Współczynnik korekcyjny	-	0,55
Czas pracy instalacji cwu	doba	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego	$\text{kWh/rok}$	7 937,6
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	28,6
Sprawność wytwarzania	-	0,980
Sprawność przesyłu	-	0,600
Sprawność akumulacji	-	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000
Sprawność całkowita	-	0,590
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{kWh/rok}$	13 453,6
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	48,4
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	$\text{m}^3/\text{h}$	0,049
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,960
Zużycie ciepła na ogrzanie $1 \text{ m}^3$ wody	$\text{GJ/m}^3$	0,321
Max. moc c.w.u.	$\text{kW}$	12,89
Średnia moc c.w.u.	$\text{kW}$	4,4
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$	14,3

## Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie jarzeniowe w ilości 17 sztuki opraw o mocy 72 W, 71 sztuk opraw o mocy 4x14W oraz żarowe w ilości 75 sztuk opraw o mocy 40 W.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przeanalizowano zgodnie z "Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej".

Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia ocenianego budynku wyliczono według wzoru:

$$E_L = LENI \cdot A_f \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

$LENI$  - roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia [kWh/rok],

$A_f$  - powierzchnia użytkowa pomieszczeń, w których modernizowane jest oświetlenie [m<sup>2</sup>].

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

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

gdzie:

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

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

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabelach poniżej:

Rodzaj opraw oświetleniowych	Jednostkowa moc opraw oświetleniowych W	Ilość szt	Moc opraw oświetleniowych W
przed modernizacją	72	17	1 224
	56	71	3 976
	40	75	3 000
po modernizacji	45	17	765
	56	71	3 976
	25	75	1 875



Powierzchnia użytkowa $A_f$	Moc zainstalowanych opraw oświetleniowych $P_{rzecz}$	Moc jednostkowa $P_N$		Czas użytkowania oświetlenia $t$
		przed modernizacją	po modernizacji	
[m <sup>2</sup> ]	[W]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[h/rok]
944	8 200	8,7	7,0	1 600

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	kWh/m <sup>2</sup> rok	13,90	11,22
Zużycie energii do oświetlenia	kWh/rok	13 120,00	10 585,60
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,79	0,79
Koszt energii elektrycznej	zł/rok	10 364,80	8 362,62
Oszczędność energii elektrycznej	zł/kWh	2 534,40	
	%	19,32	
Oszczędność kosztów	zł/rok	2 002,18	
Nakłady inwestycyjne <sup>1)</sup>	zł	43 893,63	
SPBT	lata	21,92	

1) W kosztach inwestycji uwzględniono wymagane prace dodatkowe, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia

## Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej

W tabelach poniżej przedstawiono oszczędność energii końcowej i pierwotnej dla całego przedsięwzięcia (ocieplenie przegród, wymiana drzwi, wymiana okien piwnicznych, wymiana instalacji c.o., montaż Systemu Zarządzania Energią, wymiana oświetlenia wewnętrznego).

W obliczeniach przyjęto następujące współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej – 1,3.
- energia elektryczna - 3,0.

Zużycie energii pierwotnej obliczono wg wzoru:

$$Q_p = Q_k \cdot w_p$$

Wyszczególnienie	GJ	kWh	MWh
<b>Energia końcowa:</b>			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	1 136,39	315 663,89	315,66
zużycie po modernizacji	555,19	154 219,44	154,22
oszczędność	581,20	161 444,44	161,44
<i>energia elektryczna</i>			0,00
zużycie przed modernizacją	48,89	13 581,50	13,58
zużycie po modernizacji	39,77	11 047,10	11,05
oszczędność	9,12	2 534,40	2,53
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 185,28	329 245,39	329,24
zużycie po modernizacji	594,96	165 266,54	165,27
<b>oszczędność</b>	<b>590,32</b>	<b>163 978,84</b>	<b>163,97</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>49,80</b>		
<b>Energia pierwotna</b>			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	1 477,31	410 363,06	410,36
zużycie po modernizacji	721,75	200 485,28	200,49
oszczędność	755,56	209 877,78	209,88
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	146,68	40 744,50	40,74
zużycie po modernizacji	119,31	33 141,30	33,14
oszczędność	27,37	7 603,20	7,60
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 623,99	451 107,56	451,10
zużycie po modernizacji	841,06	233 626,58	233,63
<b>oszczędność</b>	<b>782,93</b>	<b>217 480,98</b>	<b>217,47</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>48,21</b>		



## Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego

Wskaźnik emisji (WE CO<sub>2</sub>) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnotowym Systemie Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016 publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE)

	Roczna redukcja emisji CO <sub>2</sub>									
	Roczne zużycie ciepła		WE	emisja CO <sub>2</sub>	Roczne zużycie ciepła		WE	emisja CO <sub>2</sub>	emisja CO <sub>2</sub>	
	GJ	MWh	kg/GJ; Mg/MWh	Mg	GJ	MWh	kg/GJ; Mg/MWh	Mg	Mg	%
	przed modernizacją				po modernizacji				redukcja	
sieć miejska	1 136,39	-	94,96	107,91	555,19	-	94,96	52,72		
energia elektryczna	-	13,58	0,832	11,30	-	11,05	0,832	9,19		
				<b>119,21</b>				<b>61,91</b>	<b>57,30</b>	<b>48,06</b>

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

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

- ocieplenie ościeży,
- wymianę parapetów zewnętrznych,
- wymianę rur spustowych i orynowania,
- wykonanie opaski fundamentowej wraz z izolacją termiczną w obrębie naświetli do 1 m, izolacją przeciwwilgociową po obkopaniu naświetli po obwodzie oraz dostosowaniem naświetli do wykonanych prac termomodernizacyjnych wraz z wykonaniem odwodnienia i odtworzeniem obarierowania,
- obróbki blacharskie,
- obróbkę kominów i ogniomurów,
- poprawę pokrycia dachowego poprzez smarowanie,
- wymianę instalacji odgromowej,
- na ocieplanych elewacjach przełożenie zewnętrznych przewodów pod tynk,
- prace odtworzeniowe i wykończeniowe na elewacji (wraz z elementami znajdującymi się na elewacji np. kratki wentylacyjne, zadaszenia, drabiny, kraty, itp.) w tym naprawa tynków, malowanie elewacji, wymiana balustrad,
- demontaż i utylizację starych futryn, okien i drzwi,
- obróbkę nowych okien i drzwi,
- odtworzenie i malowanie ubytków po pracach instalacyjnych w kolorystyce zgodnej z danym pomieszczeniem,
- prace instalacyjne i odtworzeniowe,
- wycinkę drzew i krzewów kolidujących z wykonaniem prac termomodernizacyjnych oraz inne prace niezbędne do osiągnięcia pełnej funkcjonalności i estetyki budynku.