

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**  
**SZKOŁY PODSTAWOWEJ**

**w Babkach Oleckich**

**Babki Oleckie 12**

**19 - 400 OLECKO**

**Zamawiający: Gmina Olecko**  
**ul. Plac Wolności 3**  
**19-400 Olecko**

**Termin zakończenia pracy: maj 2020 roku**

# 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej		1.2 Rok budowy
	Gmina Olecko		1971
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	ul.	Plac Wolności nr 3	1.4 Adres budynku
	kod	19-400 miejscowość Olecko	ul. Babki Oleckie nr bud. 12
	tel.	- fax -	kod 19-400 miejscowość Olecko
			powiat olecki
			województwo warmińsko-mazurskie
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt: ..... <b>"ELEKO" Franciszek Radomyski</b> 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 2020 r.			
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) ..... 6			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku ..... 6			
5. Ocena stanu technicznego budynku ..... 8			
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 ..... 9			
7.3 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne ..... 15			
7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku ..... 15			
7.5 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego ..... 16			
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ..... 18			
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji ..... 20			
ZAŁĄCZNIKI ..... 22			
Z-1 Współczynniki przenikania ciepła przed termomodernizacją ..... 22			
Z-2 Współczynniki przenikania ciepła po termomodernizacji ..... 23			
Z-3 Współczynnik strat ciepła przez wentylację ..... 24			
Z-4 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego ..... 24			
Z-5 Projektowana strata ciepła ..... 25			
Z-6 Roczne zapotrzebowanie na energię przed modernizacją wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 ..... 26			
Z-7 Roczne zapotrzebowanie na energię po modernizacji wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 ..... 27			
Z-8 Sprawności systemu grzewczego ..... 28			
Z-9 Ciepła woda użytkowa ..... 29			
Z-10 Oświetlenie wewnętrzne ..... 30			
Z-11 Energia pomocnicza ..... 32			
Z-12 Obliczenie efektywności ekologicznej ..... 33			
Z-13 Podsumowanie ..... 34			
Z-14 Rysunki ..... 35			

## 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> ]	2 898,50	2 898,50
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	642,65	642,65
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	-	-
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [m <sup>2</sup> ]	-	-
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	160	160
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	podgrzewacz elektryczny	podgrzewacz elektryczny
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	pompowy z rozdziałem dolnym	pompowy z rozdziałem dolnym
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,504	0,504
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>			
1	Ściany zewnętrzne	1,130	0,170
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,974	0,129
3	Strop nad piwnicą	0,778	0,778
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,435	0,435
5	Okna, drzwi balkonowe	1,300	1,300
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,300	1,300
7	Inne	-	-
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,82	3,50
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00

<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,96	0,96	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	1,00	1,00	
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	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		okna /kanały	okna /kanały	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	[m <sup>3</sup> /h]	1 707	1 707	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,83	0,83	
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	79,32	41,91	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	10,48	10,48	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	630,79	306,84	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1 248,78	20,69	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	20,27	20,27	
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)]	272,65	132,63	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	539,77	8,94	
10. <sup>2)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	85,57	
<b>7. Koszty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup>	[zł/GJ]	50,09	147,22	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup>	[zł/(MW m-c)]	-	-	
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup>	[zł/m <sup>3</sup> ]	15,90	15,90	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc <sup>4)</sup>	[zł/(MW m-c)]	-	-	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej	[zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	8,11	0,40	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>					
Planowana kwota kredytu	[zł]	974 739,70	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	96,77
Planowane koszty całkowite	[zł]	974 739,70	Premia termomodernizacyjna	[zł]	155 958,35
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	59 505,00			

<b>9. Inne</b>
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE/ <del>NIE ZOSTANIE</del> <sup>5)</sup> zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej 26,07 kW
Z audytu energetycznego WYNIKA/ <del>NIE WYNIKA</del> <sup>3)</sup> , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy.
<sup>1)</sup> Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.
<sup>2)</sup> $U_{OZE}$ [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.
<sup>3)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.
<sup>4)</sup> Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.
<sup>5)</sup> Niepotrzebne skreślić.

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

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

Celem opracowania jest wybór optymalnego wariantu termomodernizacji budynku Szkoły Podstawowej w Babkach Oleckich, w Gminie Olecko i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, konieczne do przyznania premii termomodernizacyjnej oraz wyliczenie wskaźników niezbędnych do wniosku o udzielenie dofinansowania z programu MF EOG - Program Środowisko, Energia i Zmiany Klimatu - Obszar Energia odnawialna, efektywność energetyczna, bezpieczeństwo energetyczne - Poprawa efektywności energetycznej i bezpieczeństwa energetycznego: *Głęboka termomodernizacja budynków użyteczności publicznej - szkół podstawowych i ponadpodstawowych.*

#### **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 z późn. zmianami),
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43, poz. 346).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. 2015, poz. 1606).

4. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29.04.2020 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. 2020, poz. 879).
5. 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).
6. 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).
7. Polska Norma PN-EN-ISO 6946; 2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metody obliczeń”.
8. Polska Norma PN-EN-ISO 13 790; 2009; „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
9. Polska Norma PN-EN-ISO 12831; 2006, „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.
10. Ministerstwo Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków
11. Polska Norma PN-EN-ISO 14683; „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
12. Normy związane
13. Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej Nr 334/2002 „Bezspoinowy system ocieplenia ścian zewnętrznych budynków”, Warszawa 2002.
14. Pogorzelski J.A. „Fizyka budowli – część X – Wartości obliczeniowe właściwości fizycznych” „Materiały budowlane” nr 3/2005
15. Inwentaryzacja techniczna budynku.
16. Wizje lokalne i wywiady z właścicielami i administratorem budynku.
17. Program komputerowy AUDYT wersja 6.1.
18. Oferty dostawców materiałów i urządzeń.

### 3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zlecniodawcy) .

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	1971
Adres budynku	19-400 Olecko, Babki Oleckie 12	Właściciel	Gmina Olecko, Plac Wolności 3, 19-400 Olecko
4.2 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Mieszana		
Liczba kondygnacji	podziemnych	nadziemnych	
	1	2	
Rodzaj dachu	Stropodach kryty papą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	2 898,50	276	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	642,65	92	
Współczynnik kształtu	0,504		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,2	3,0	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	160	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	8	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Pow. netto	U	
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	
<b>Stropodach</b>	374,00	0,974	
<b>Ściany zewnętrzne</b>	538,00	1,130	
<b>Okna</b>	164,54	1,300	
<b>Drzwi wejściowe</b>	10,97	1,300	
<b>Strop nad piwnicą</b>	115,00	0,778	
<b>Podłoga na gruncie</b>	259,00	0,435	
4.4 Charakterystyka energetyczna budynku			

Moc cieplna zamówiona na ogrzewanie	kW	79,32
Moc cieplna zamówiona na przygotowanie cwu	kW	10,48
Roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	GJ/rok	1 248,78
Roczne zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu	GJ/rok	20,27
Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu	GJ/rok	-
Wskaźnik E według Polskiej Normy	kWh/(m <sup>3</sup> rok)	-
4.4.1 Opłaty jednostkowe		
Energia cieplna - opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW*m-c)	-
Energia cieplna - opłata stała za przesył	zł/(MW*m-c)	-
Energia cieplna - opłata zmienna	zł/GJ	-
Energia cieplna - abonament	zł/m-c	-
Energia cieplna - CO (obliczone)	zł/(m <sup>2</sup> *m-c)	8,11
Energia cieplna - CWU (obliczone)	zł/osobę/mies.	1,55
Energia cieplna - CWU (obliczone)	zł/(m <sup>2</sup> *m-c)	0,39
Energia cieplna - technologia	zł/GJ	-
Gaz - opłata zmienna	zł/m <sup>3</sup>	-
Gaz - opłata stała za przesył	[zł/(m <sup>3</sup> /h) za h]	-
Gaz - abonament (netto)	zł/m-c	-
Energia elektryczna - za energię czynną (netto)	zł/kWh	0,3053
Energia elektryczna - składnik jakościowy (netto)	zł/kWh	0,0125
Energia elektryczna - opłata sieciowa (netto)	zł/kWh	0,1713
Energia elektryczna - opłata przejściowa (netto)	zł/(m-c)	0,0800
Energia elektryczna - opłata stała za przesył (netto)	zł/(m-c)	3,0700
Energia elektryczna - opłata abonamentowa (netto)	zł/(m-c)	4,8000
Gaz płynny	zł/Mg	-
Olej opałowy	zł/Mg	-
Węgiel	zł/Mg	670,00
Koks	zł/Mg	-
Woda	zł/m <sup>3</sup>	-
Opłata za emisję zanieczyszczeń	zł/rok	-
4.4.2 Koszt energii		
Całkowity koszt energii na potrzeby CO	zł/rok	62 551,62
Jednostkowy koszt energii na potrzeby CO	zł/GJ	50,09
Całkowity koszt energii na potrzeby CWU	zł/rok	2 984,30
Jednostkowy koszt energii na potrzeby CWU	zł/osobę/mies.	1,55
4.5 Charakterystyka systemu ogrzewania		
Rodzaj instalacji	pompowy z rozdziałem dolnym	
Sprawność wytwarzania	0,82	
Sprawność przesyłania	0,80	



Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77
Sprawność akumulacji	1,00
4.6 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	
Rodzaj instalacji	podgrzewacz elektryczny
Opomiarowanie	brak
Izolacja pionów	-
4.7 Charakterystyka wentylacji	
Rodzaj i typ wentylacji	naturalna
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	1 707
4.8 Charakterystyka węzła cieplnego lub lokalnego źródła ciepła	
Typ wymienników (kotłów)	kotłownia węglowa
Opomiarowanie	brak

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

Obiekt wybudowany w 1971 r wykonany w technologii mieszanej. Obiekt jest częściowo podpiwniczony. Ściany zewnętrzne wykonane są z cegły kratówki o grubości 38 cm, nieocieplone. Nad budynkiem zastosowano stropodach, kryty papą, nieocieplony. W obiekcie zastosowano stropy gęstożebrowe.

Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry.

W budynku zastosowano stolarkę okienną i drzwiową o współczynniku przenikania ciepła równym 1,3 W/m<sup>2</sup>K, która jest w dobrym stanie technicznym i jej wymiana nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

Źródłem ciepła dla budynku jest kocioł węglowy o mocy 96 kW z 2010 r., zainstalowany w piwnicy budynku, który jest w złym stanie technicznym. Instalacja c.o. została wykonana jako wodna, z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. W budynku zainstalowano grzejniki żeliwne bez zaworów z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny grzejników i instalacji jest zły.

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z podgrzewaczy elektrycznych zamontowanych bezpośrednio przy punktach poboru.

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 ścian zewnętrznych,
- ocieplenie stropodachu,
- kompleksową wymianę instalacji c.o., wraz z grzejnikami i montażem zaworów z głowicami termostatycznymi,
- wymianę źródła ciepła,
- 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 ścian zewnętrznych.
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Wymiana instalacji c.o. Wymiana grzejników. Wymiana źródła ciepła. 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 cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $q_{0u}, q_{1u}$  - zapotrzebowanie na moc cieplną 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 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<sub>0</sub>, Ab<sub>1</sub>- miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, zł.

Wartości rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie ciepła Q<sub>0u</sub>, Q<sub>1u</sub>, 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<sub>c</sub> - 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<sub>d</sub> - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4), dzień\*K/rok,

Liczbę stopniodni S<sub>d</sub> oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

t<sub>wo</sub> - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi, °C,

t<sub>e</sub>(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<sub>g</sub> - liczba miesięcy ogrzewania w ciągu roku.

Wartości zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie q<sub>0u</sub>, q<sub>1u</sub> przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

t<sub>wo</sub> - jak we wzorze (4),

t<sub>zo</sub> - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych, °C

A - jak we wzorze (3),

U<sub>c</sub> - 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 Suwałki:

Miesiąc	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
T <sub>e</sub> (m)	-5,4	-5,1	-1,3	5,5	11,7	11,8	6,7	1,6	-2,6
Ld(m)	31	28	31	30	20	20	31	30	31
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna, T <sub>zew</sub> = - 24,0°C									
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna, T <sub>wew</sub> = 20,0°C									
Liczba stopniodni 4580,4									

Optymalizację grubości ocieplenia przegród zestawiono w tabelach poniżej:

## Usprawnienia dotyczące stropodachu

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu styropapą o optymalnej grubości.

Pow. obliczeniowa =	374,00	[m <sup>2</sup> ]	$R_0 =$	1,027	[(m <sup>2</sup> *K)/W]
Pow. ocieplenia =	ok. 374	[m <sup>2</sup> ]			
Materiał:	styropapa		$U_0 =$	0,974	[W/(m <sup>2</sup> *K)]
	$\lambda =$	0,040			[W/(m*K)]

Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe wg Sekocenbud

Izolacja	$\Delta R$	$R_1$	U	$Q_1$	$q_1$	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]
0,09	2,250	3,277	0,305	45,17	0,005	82 654,00	4 958,78	16,668
0,10	2,500	3,527	0,284	41,97	0,004	83 065,40	5 119,18	16,226
0,11	2,750	3,777	0,265	39,19	0,004	83 476,80	5 258,34	15,875
0,12	3,000	4,027	0,248	36,76	0,004	83 888,20	5 380,22	15,592
0,13	3,250	4,277	0,234	34,61	0,004	84 299,60	5 487,85	15,361
0,14	3,500	4,527	0,221	32,70	0,003	84 711,00	5 583,59	15,171
0,15	3,750	4,777	0,209	30,99	0,003	85 122,40	5 669,31	15,015
0,16	4,000	5,027	0,199	29,44	0,003	85 533,80	5 746,50	14,885
0,17	4,250	5,277	0,190	28,05	0,003	85 945,20	5 816,38	14,776
0,18	4,500	5,527	0,181	26,78	0,003	86 356,60	5 879,94	14,687
0,19	4,750	5,777	0,173	25,62	0,003	86 768,00	5 937,99	14,612
0,20	5,000	6,027	0,166	24,56	0,003	87 179,40	5 991,23	14,551
0,21	5,250	6,277	0,159	23,58	0,003	87 590,80	6 040,23	14,501
0,22	5,500	6,527	0,153	22,68	0,002	88 002,20	6 085,47	14,461
0,23	5,750	6,777	0,148	21,84	0,002	88 413,60	6 127,38	14,429
0,24	6,000	7,027	0,142	21,06	0,002	88 825,00	6 166,30	14,405
0,25	6,250	7,277	0,137	20,34	0,002	89 236,40	6 202,55	14,387
0,26	6,500	7,527	0,133	19,66	0,002	89 647,80	6 236,39	14,375
0,27	6,750	7,777	0,129	19,03	0,002	90 059,20	6 268,06	14,368
0,28	7,000	8,027	0,125	18,44	0,002	90 545,40	6 297,75	14,377

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 27 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2021 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U - dla stropów nad najwyższą kondygnacją wynosi 0,15 W/m<sup>2</sup>K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 27 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 ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem lub wełną mineralną o optymalnej grubości

$$\begin{aligned} \text{Pow. obliczeniowa} &= 538,00 \quad [\text{m}^2] & R_0 &= 0,885 \quad [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}] \\ \text{Pow. ocieplenia} &= \text{ok. } 538 \quad [\text{m}^2] \\ \text{Materiał:} & \text{styropian} & U_0 &= 1,130 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \\ \lambda &= 0,036 \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \end{aligned}$$

Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe wg Sekocenbud

Izolacja	$\Delta R$	$R_1$	$U$	$Q_1$	$q_1$	Nu	$\Delta K_{\text{ogrz}}$	SPBT
[m]	$[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	$[\text{GJ}/\text{a}]$	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,389	2,274	0,440	93,63	0,010	137 728,00	7 358,66	18,716
0,06	1,667	2,552	0,392	83,44	0,009	138 101,61	7 869,16	17,550
0,07	1,944	2,830	0,353	75,24	0,008	138 549,94	8 279,43	16,734
0,08	2,222	3,107	0,322	68,52	0,007	139 073,00	8 616,35	16,141
0,09	2,500	3,385	0,295	62,90	0,007	139 670,78	8 897,98	15,697
0,10	2,778	3,663	0,273	58,13	0,006	140 343,28	9 136,89	15,360
0,11	3,056	3,941	0,254	54,03	0,006	141 090,50	9 342,13	15,103
0,12	3,333	4,218	0,237	50,47	0,005	141 912,44	9 520,33	14,906
0,13	3,611	4,496	0,222	47,35	0,005	142 809,11	9 676,51	14,758
0,14	3,889	4,774	0,209	44,60	0,005	143 780,50	9 814,52	14,650
0,15	4,167	5,052	0,198	42,15	0,004	144 826,61	9 937,36	14,574
0,16	4,444	5,330	0,188	39,95	0,004	145 947,44	10 047,38	14,526
0,17	4,722	5,607	0,178	37,97	0,004	147 143,00	10 146,51	14,502
0,18	5,000	5,885	0,170	36,18	0,004	147 950,00	10 236,28	14,453
0,19	5,278	6,163	0,162	34,55	0,004	149 295,00	10 317,96	14,469
0,20	5,556	6,441	0,155	33,06	0,004	150 714,72	10 392,59	14,502
0,21	5,833	6,718	0,149	31,69	0,003	152 209,17	10 461,05	14,550
0,22	6,111	6,996	0,143	30,43	0,003	153 778,33	10 524,08	14,612
0,23	6,389	7,274	0,137	29,27	0,003	155 422,22	10 582,29	14,687
0,24	6,667	7,552	0,132	28,19	0,003	157 140,83	10 636,22	14,774
0,25	6,944	7,830	0,128	27,19	0,003	158 934,17	10 686,32	14,873

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 18 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2021 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania  $U$  - dla ścian zewnętrznych wynosi  $0,20 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 18 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.

### 7.3 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	90 059,20	14,37
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	147 950,00	14,45

### 7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

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

**Tabela 7a. Koszty modernizacji budynku wg wariantu I**

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	90 059,20	14,37
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	147 950,00	14,45
	Ogółem	238 009,20	

**Tabela 7b. Koszty modernizacji budynku wg wariantu II**

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	90 059,20	14,37
	Ogółem	90 059,20	



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

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

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

$$SPBT = \frac{N_{CO}}{\sum_n \Delta O_{rCO}}, [\text{lata}] \quad (16)$$

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:

$$\Delta O_{rCO} = (x_0 * w_{t0} * w_{d0} * Q_{OCO} * O_{0z} / \eta_0 - x_1 * w_{t1} * w_{d1} * Q_{OCO} * O_{1z} / \eta_1) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}] \quad (17)$$

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 (3),
- $w_{t0}, w_{t1}$  – współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przyjęte na podstawie tabeli (4) Rozporządzenia,
- $w_{d0}, w_{d1}$  – współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przyjęte na podstawie tabeli (5) Rozporządzenia,

- $O_{0z}, O_{1z}$  - jak we wzorze (2) Rozporządzenia,
- $y_0, y_1$  - 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) Rozporządzenia.

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

$$\eta_0, \eta_1 = \eta_w \eta_p \eta_r \eta_e, \quad (18)$$

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 kocioł węglowy jest w złym stanie technicznym, dodatkowo po wykonaniu prac termomodernizacyjnych będzie znacznie przewymiarowany, w związku z tym proponuje się wymianę istniejącego źródła ciepła na pompę ciepła oraz montaż na dachu obiektu instalacji PV, pokrywającej prawie całkowicie zapotrzebowanie pompy ciepła na energię elektryczną. Dodatkowo przewidziano montaż Systemu Zarządzania Energią. Zarówno grzejniki jak i instalacja c.o. są w złym technicznym, w związku z tym przewidziano kompleksową

modernizację systemu grzewczego polegającą na wymianie rurociągów i ich izolację, montażu nowych grzejników oraz zaworów z głowicami termostatycznymi.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna c.o.	MW	0,0793	0,0793
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	630,79	630,79
3	Ogólna sprawność c.o.	-	0,505	2,772
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. z uwzgl. sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	1 248,78	227,56
		kWh/rok	346 884,61	63 210,08
5	Energia elektryczna z instalacji PV	kWh/rok	-	25 000
6	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	62 551,62	20 251,04
7	Oszczędność kosztów	zł/rok		42 300,58
8	Koszt modernizacji	zł		736 730,50
9	SPBT	lat		17,42

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

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

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

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli poniżej:

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

wariant	CO						CWU			CO+CWU		Oszczędności		
	q <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	GJ/rok	%	zł/rok
	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok			
0	0,0793	630,79	0,5051	1	1 248,78	62 551,62	0,0105	20,27	2 984,30	1 269,06	65 535,92			
I+A	0,0419	306,84	2,7720	1	20,69	3 046,62	0,0105	20,27	2 984,30	40,97	6 030,92	1 228,09	96,77	59 505,00
II+A	0,0654	508,86	2,7720	1	93,57	13 775,38	0,0105	20,27	2 984,30	113,84	16 759,68	1 155,21	91,03	48 776,24
A	0,0793	630,79	2,7720	1	137,56	20 251,04	0,0105	20,27	2 984,30	157,83	23 235,34	1 111,23	87,56	42 300,58

Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Minimalna kwota kredytu <sup>*)</sup>	Premia termomodernizacyjna
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł] [%]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7
1	I+A	974 739,70	59 505,00	96,77	487 369,85 50,00	155 958,35
2	II+A	826 789,70	48 776,24	91,03	413 394,85 50,00	132 286,35
3	A	736 730,50	42 300,58	87,56	368 365,25 50,00	117 876,88

<sup>\*)</sup> Minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy.

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

Biorąc pod uwagę kompleksowość termomodernizacji oraz największą oszczędność energii proponuje się modernizację budynku według wariantu pierwszego.

Według tego wariantu należy wykonać:

1. Ocieplenie stropodachu o powierzchni około 374 m<sup>2</sup> proponuje się wykonać styropapą o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$  i grubości minimum 27 cm. Następnie należy położyć papę nawierzchniową. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż  $0,129 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.
2. Ocieplenie ścian zewnętrznych o powierzchni około 538 m<sup>2</sup> proponuje się wykonać płytami z wełny mineralnej lub ze styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$ , warstwą o grubości minimum 18 cm metodą „lekka - mokra”. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż  $0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono wymagane prace dodatkowe np.: ocieplenie ościeży, wymianę parapetów zewnętrznych, wymianę rur spustowych, rynien, przełożenie instalacji odgromowej.
3. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez:
  - wymianę rurociągów,
  - wymianę grzejników na grzejniki płytowe (ok. 49 szt.),
  - montaż zaworów z głowicami termostatycznymi (ok. 49 szt.),
  - montaż zaworów grzejnikowych odcinających powrotnych,
  - montaż automatycznych odpowietrzników,
  - wymianę kotła węglowego na pompę ciepła o mocy około 42 kW pracującą na potrzeby instalacji c.o. wraz z niezbędną armaturą i niezbędnym dostosowaniem pomieszczenia kotłowni,
  - montaż instalacji PV o mocy około 26,07 kW wytwarzających energię elektryczną na potrzeby pracy pompy ciepła,
  - regulację instalacji grzewczej,
  - prace instalacyjne i odtworzeniowe.

4. Instalację Systemu Zarządzania Energią uwzględniającą montaż urządzeń niezbędnych do funkcjonowania systemu, odczyt oraz analizę pomiarów mediów takich jak: energia cieplna dla potrzeb instalacji c.o., energia elektryczna wytworzona w instalacji PV, energia elektryczna zużyta na potrzeby pompy ciepła, z udziałem elektronicznego narzędzia, które ma umożliwić bieżącą kontrolę oraz zmianę parametrów pracy instalacji c.o. w sposób zdalny z dowolnego miejsca za pośrednictwem komputera wyposażonego w dostęp do Internetu. Celem systemu będzie utrzymanie optymalnych parametrów pracy, w sposób zapewniający optymalne zużycie energii z jednoczesnym zachowaniem komfortu cieplnego w okresie użytkowania budynku. W zakresie systemu grzewczego System Zarządzania Energią będzie odpowiedzialny za sterowanie zdalnie obniżeniami temperatury dziennymi i tygodniowymi oraz dostosowywaniem temperatury wewnętrznej do panujących warunków zewnętrznych.

## ZAŁĄCZNIKI

### Z-1 Współczynniki 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]
<b>Stropodach</b>	Papa na lepiku	1,0	0,010	0,180	0,056	0,974
	Podkład cementowy	3,0	0,030	1,050	0,029	
	Płyty korytkowe	10,0	0,100	1,300	0,077	
	Pustka powietrzna	20,0	0,450		0,160	
	Podkład cementowy	2,0	0,020	1,050	0,019	
	Suprema	7,0	0,070	0,230	0,304	
	Strop gęstożebrowy	23,0	0,230		0,230	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,010	0,820	0,012	
	$R$				0,887	
	$R_{si}$				0,100	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				1,027	
<b>Ściany zewnętrzne</b>	Tynk cem.wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	1,130
	Mur z cegły kratówki	38,0	0,380	0,560	0,679	
	Tynk cem.wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	$R$				0,715	
	$R_{si}$				0,130	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				0,885	
<b>Strop nad piwnicą</b>	Płytki PCW	1,0	0,010	1,050	0,010	0,778
	Jastrych cement.	3,5	0,035	1,050	0,033	
	Płyta pilśniowa	3,8	0,038	0,060	0,633	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Strop gęstożebrowy	23,0	0,230		0,230	
	Tynk cem. -wap.	1,0	0,010	0,820	0,012	
	$R$				0,946	
	$R_{si}$				0,170	
	$R_{se}$				0,170	
	$R_T$				1,286	
<b>Podłoga na gruncie</b>	Płytki PCW	1,0	0,010	1,050	0,010	0,435
	Jastrych cement.	3,0	0,030	1,050	0,029	
	Suprema	5,0	0,050	0,230	0,217	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Gruzobeton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Piasek średni	10,0	0,100	0,400	0,250	
	Grunt	20,0	0,200	1,740	0,115	
	$R$				0,748	
	Opór zastępczy gruntu				1,549	
	$R_T$				2,297	
	<b>Okna</b>				$U_0$	
				[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/m <sup>2</sup> K]
				1,300	1,0	1,300
<b>Drzwi wejściowe</b>				1,300	1,0	1,300

## Z-2 Współczynniki 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</b>	Papa na lepiku	1,0	0,01	0,180	0,056	0,129
	Podkład cementowy	3,0	0,03	1,050	0,029	
	Płyty korytkowe	10,0	0,10	1,300	0,077	
	Pustka powietrzna	20,0	0,45		0,160	
	Podkład cementowy	2,0	0,02	1,050	0,019	
	Suprema	7,0	0,07	0,230	0,304	
	Strop gęstożebrowy	23,0	0,23		0,230	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,01	0,820	0,012	
	Styropapa	27,0	0,27	0,040	6,750	
	$R$				7,637	
	$R_{si}$				0,100	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				7,777	
<b>Ściany zewnętrzne</b>	Tynk cem.wap.	1,5	0,02	0,820	0,018	0,170
	Mur z cegły kratówki	38,0	0,38	0,560	0,679	
	Tynk cem.wap.	1,5	0,02	0,820	0,018	
	Styropian	18,0	0,18	0,036	5,000	
	$R$				5,715	
	$R_{si}$				0,130	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				5,885	
<b>Strop nad piwnicą</b>	Płytki PCW	1,0	0,01	1,050	0,010	0,778
	Jastrych cement.	3,5	0,04	1,050	0,033	
	Płyta pilśniowa	3,8	0,04	0,060	0,633	
	Papa asfatowa	0,5	0,01	0,180	0,028	
	Strop gęstożebrowy	23,0	0,23		0,230	
	Tynk cem. -wap.	1,0	0,01	0,820	0,012	
	$R$				0,946	
	$R_{si}$				0,170	
	$R_{se}$				0,170	
	$R_T$				1,286	
<b>Podłoga na gruncie</b>	Płytki PCW	1,0	0,01	1,050	0,010	0,435
	Jastrych cement.	3,0	0,03	1,050	0,029	
	Suprema	5,0	0,05	0,230	0,217	
	Papa asfatowa	0,5	0,01	0,180	0,028	
	Gruzobeton	10,0	0,10	1,000	0,100	
	Piasek średni	10,0	0,10	0,400	0,250	
	Grunt	20,0	0,20	1,740	0,115	
	$R$				0,748	
	Opór zastępczy gruntu				1,549	
	$R_T$				2,297	
	<b>Okna</b>				$U_0$	
				[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/m <sup>2</sup> K]
				1,300	1,000	1,300
<b>Drzwi wejściowe</b>				1,300	1,000	1,300



**Z-3 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.**

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza		
		obecnie	docelowo	
Kubatura wentylowana $V_{ve}$	[m <sup>3</sup> ]	2 056,48		
Powierzchnia ogrzewana $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	642,65		
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]	0,36		
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m <sup>3</sup> /s]	0,11	0,11	
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /s]	0,47	0,47	
Współczynniki korekcyjne	$c_r$	-	1,0	1,0
	$c_w$	-	1,0	1,0
	$c_m$	-	1,0	1,0
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /s]	0,47	0,47	
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /h]	1 707	1 707	
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	569	569	
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,83	0,83	

**Z-4 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		2 056	0,5			1 028,2

## Z-5 Projektowana strata ciepła

### Projektowana strata ciepła przed modernizacją

Przegroda	A	U	$b_u$	$H_t$	DQ	F	
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/K]			[°C]
Stropodach	374,00	0,974	1,0	364	44	16,03	
Ściany zewnętrzne	538,00	1,130	1,0	608		26,74	
Okna nowe	164,54	1,300	1,0	214		9,41	
Drzwi wejściowe	9,35	1,300	1,0	12		0,53	
Strop nad piwnicą	115,00	0,778	0,8	72		3,15	
Podłoga na gruncie	259,00	0,435	1,0	113		4,96	
Mostki liniowe	l	y					
	[m]	[W/mK]					
	353,56	0,200	1,0	71		3,11	
Ogółem				1 453		63,94	
Wentylacja			$V_1$	$\rho * c_p$		$H_v$	
			[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]		[W/K]	
			1 028	0,34		350	15,38
<b>OGÓŁEM</b>						<b>79,32</b>	

### Projektowana strata ciepła po modernizacji

Przegroda	A	U	$b_u$	$H_{tr}$	DQ	F	
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/K]			[°C]
Stropodach	374,00	0,129	1,0	48	44	2,12	
Ściany zewnętrzne	538,00	0,170	1,0	91		4,02	
Okna nowe	164,54	1,300	1,0	214		9,41	
Drzwi wejściowe	9,35	1,300	1,0	12		0,53	
Strop nad piwnicą	115,00	0,778	0,8	72		3,15	
Podłoga na gruncie	259,00	0,435	1,0	113		4,96	
Mostki liniowe	l	y					
	[m]	[W/mK]					
	353,56	0,150	1,0	53		2,33	
Ogółem				603		26,53	
Wentylacja			$V_1$	$\rho * c_p$		$H_v$	
			[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]		[W/K]	
			1 028	0,34		350	15,38
<b>OGÓŁEM</b>						<b>41,91</b>	

### Z-6 Roczne zapotrzebowanie na energię przed modernizacją wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

Wyszczególnienie		Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesiąca		[°C]	-5,4	-5,1	-1,3	5,5	11,7	11,8	6,7	1,6	-2,6	
Różnica temperatur		[°C]	25,4	25,1	21,3	14,5	8,3	8,2	13,3	18,4	22,6	
Liczba dni w miesiącu			31	28	31	30	20	20	31	30	31	252
Liczba sekund w mies.		[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	1,728	1,728	2,678	2,592	2,678	21,773
Straty	$H_{tr} H_{we}$											
Stropodach	364,29	[MJ]	24 783	22 121	20 783	13 692	5 225	5 162	12 977	17 374	22 051	144 168
Ściany zewnętrzne	607,80	[MJ]	41 350	36 907	34 675	22 844	8 717	8 612	21 652	28 988	36 791	240 536
Okna nowe	213,91	[MJ]	14 552	12 989	12 203	8 039	3 068	3 031	7 620	10 202	12 948	84 652
Drzwi wejściowe	12,15	[MJ]	827	738	693	457	174	172	433	579	735	4 808
Strop nad piwnicą	71,53	[MJ]	4 866	4 343	4 081	2 688	1 026	1 014	2 548	3 411	4 330	28 308
Podłoga na gruncie	112,75	[MJ]	7 670	6 846	6 432	4 237	1 617	1 598	4 016	5 377	6 825	44 619
Mostki liniowe	70,71	[MJ]	4 811	4 294	4 034	2 658	1 014	1 002	2 519	3 372	4 280	27 984
Straty przez przegrody		[MJ]	98 859	88 237	82 902	54 615	20 842	20 590	51 765	69 304	87 961	575 075
Wentylacja	568,96	[MJ]	38 707	34 548	32 459	21 384	8 160	8 062	20 268	27 135	34 440	225 164
Całkowite przenoszenie ciepła		[MJ]	137 566	122 786	115 361	75 999	29 002	28 652	72 033	96 440	122 401	800 239
Zyski słoneczne		[MJ]	6 619	9 157	14 055	21 828	27 954	18 635	11 416	6 023	3 611	119 297
Zyski wewnętrzne		[MJ]	8 090	7 307	8 090	7 829	8 090	7 829	8 090	7 829	8 090	71 244
Razem zyski		[MJ]	14 709	16 464	22 144	29 657	36 043	26 464	19 506	13 852	11 701	190 541
Stosunek zysków do przenoszenia			0,1069	0,1341	0,1920	0,3902	1,2428	0,9236	0,2708	0,1436	0,0956	0,2381
Typ budynku			ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana		[m <sup>2</sup> ]	735									
Pojemność cieplna		[J/K]	191 009 000									
Stała czasowa		[h]	26									
Metoda obliczeniowa			miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$			1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$		[h]	15									
Parametr numeryczny $a_H$			2,75									
Parametr numeryczny $a_H + 1$			3,75									
$\eta$			0,9981	0,9965	0,9913	0,9527	0,6495	0,7617	0,9798	0,9959	0,9986	
Zyski ciepła		[MJ]	14 681	16 407	21 953	28 255	23 409	20 157	19 111	13 795	11 684	169 453
Zapotrzebowanie ciepła		[MJ]	122 885	106 379	93 408	47 743	5 593	8 495	52 922	82 645	110 717	630 786

### Z-7 Roczne zapotrzebowanie na energię po modernizacji wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

Wyszczególnienie		Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesiąca		[°C]	-5,4	-5,1	-1,3	5,5	11,7	11,8	6,7	1,6	-2,6	
Różnica temperatur		[°C]	25,4	25,1	21,3	14,5	8,3	8,2	13,3	18,4	22,6	
Liczba dni w miesiącu			31	28	31	30	20	20	31	30	31	252
Liczba sekund w mies.		[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	1,728	1,728	2,678	2,592	2,678	21,773
Przegroda	Htr Hve											
Stropodach	48,09	[MJ]	3 272	2 920	2 744	1 808	690	681	1 713	2 294	2 911	19 033
Ściany zewnętrzne	91,42	[MJ]	6 219	5 551	5 215	3 436	1 311	1 295	3 257	4 360	5 534	36 178
Okna nowe	213,91	[MJ]	14 552	12 989	12 203	8 039	3 068	3 031	7 620	10 202	12 948	84 652
Drzwi wejściowe	12,15	[MJ]	827	738	693	457	174	172	433	579	735	4 808
Strop nad piwnicą	71,53	[MJ]	4 866	4 343	4 081	2 688	1 026	1 014	2 548	3 411	4 330	28 308
Podłoga na gruncie	112,75	[MJ]	7 670	6 846	6 432	4 237	1 617	1 598	4 016	5 377	6 825	44 619
Mostki liniowe	53,03	[MJ]	3 608	3 220	3 026	1 993	761	751	1 889	2 529	3 210	20 988
Straty przez przegrody		[MJ]	41 014	36 608	34 394	22 658	8 647	8 542	21 476	28 753	36 493	238 586
Wentylacja	568,96	[MJ]	38 707	34 548	32 459	21 384	8 160	8 062	20 268	27 135	34 440	225 164
Całkowite przenoszenie ciepła		[MJ]	79 721	71 156	66 853	44 042	16 807	16 604	41 744	55 888	70 933	463 749
Zyski słoneczne		[MJ]	6 619	9 157	14 055	21 828	27 954	18 635	11 416	6 023	3 611	119 297
Zyski wewnętrzne		[MJ]	8 090	7 307	8 090	7 829	8 090	7 829	8 090	7 829	8 090	71 244
Razem zyski		[MJ]	14 709	16 464	22 144	29 657	36 043	26 464	19 506	13 852	11 701	190 541
Stosunek zysków do przenoszenia			0,1845	0,2314	0,3312	0,6734	2,1446	1,5938	0,4673	0,2479	0,1650	0,4109
Typ budynku			ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana		[m <sup>2</sup> ]	735									
Pojemność cieplna		[J/K]	191 009 000									
Stała czasowa		[h]	45									
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>			4,02									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub> + 1			5,02									
η			0,9991	0,9979	0,9921	0,9227	0,4544	0,5877	0,9744	0,9972	0,9994	
Zyski ciepła		[MJ]	14 696	16 428	21 969	27 365	16 380	15 552	19 007	13 814	11 694	156 905
Zapotrzebowanie ciepła		[MJ]	65 025	54 728	44 884	16 677	427	1 052	22 737	42 074	59 239	306 845

## Z-8 Sprawności systemu grzewczego.

### Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			kotłownia węglowa
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,82	kocioł węglowy
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,80	przewody w złym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e$	0,77	brak regulacji centralnej i miejscowej
5	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0$	0,82	
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			lokalne
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	3,50	pompa ciepła
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,90	przewody w dobrym stanie technicznym
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	$\eta_0$	2,77	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	$w_t$	1,00	praca ciągła
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	$w_d$	1,00	praca ciągła

**Z-9 Ciepła woda użytkowa.**

Wyszczególnienie	Jednostka	obecnie	docelowo
Ciepło właściwe wody	kJ/kg*K	4,19	4,19
Gęstość wody	kg/dm <sup>3</sup>	1	1
Powierzchnia pomieszczeń A <sub>f</sub>	m <sup>2</sup>	642,65	642,65
Liczba użytkowników	osoba	160	160
Zużycie jednostkowe	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> doła)	0,80	0,80
Temperatura ciepłej wody	°C	55	55
Temperatura wody zimnej	°C	10	10
Współczynnik korekcyjny	-	0,55	0,55
Czas pracy instalacji cwu	doła	365	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego	kWh/rok	5 405,6	5 405,6
	GJ/rok	19,5	19,5
Sprawność wytwarzania	-	0,960	0,960
Sprawność przesyłu	-	1,000	1,000
Sprawność akumulacji	-	1,000	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000	1,000
Sprawność całkowita	-	0,960	0,960
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	kWh/rok	5 630,8	5 630,8
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	20,3	20,3
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m <sup>3</sup> /h	0,071	0,071
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,702	2,702
Zużycie ciepła na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody	GJ/m <sup>3</sup>	0,196	0,196
Max. moc c.w.u.	kW	10,5	10,5
Średnia moc c.w.u.	kW	3,9	3,9
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	kWh/(m <sup>2</sup> *rok)	8,8	8,8

## Z-10 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie w ilości 89 sztuk opraw o łącznej mocy 6 012 W, które są w złym stanie technicznym.

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 [ $\text{m}^2$ ].

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/ $\text{m}^2$ ],

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

**Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabelach poniżej:**

Powierzchnia użytkowa $A_f$	Moc zainstalowanych opraw oświetleniowych $P_{rzecz}$	Moc jednostkowa $P_N$		Czas użytkowania oświetlenia $t$
		przed modernizacją	po modernizacji	
[ $\text{m}^2$ ]	[W]	[W/ $\text{m}^2$ ]	[W/ $\text{m}^2$ ]	[h/rok]
642,65	6 012	9,36	6,10	2 000

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	18,72	12,20
Zużycie energii do oświetlenia E <sub>L</sub>	[kWh/rok]	12 030,41	7 840,33
Cena energii elektrycznej	[zł/kWh]	0,53	0,53
Koszt energii elektrycznej	[zł/rok]	6 376,12	4 155,37
Oszczędność zużycia energii	[kWh/rok]	4 190,08	
	[%]	34,83	
Oszczędność kosztów	[zł/rok]	2 220,74	
Nakłady inwestycyjne	[zł]	55 180,00	
SPBT	[lata]	24,85	

Z przeprowadzonej analizy wynika, że przedsięwzięcie modernizacyjne polegające na wymianie oświetlenia wewnętrznego zwróci się w ciągu 24,85 lat. W ramach modernizacji proponuje się wymianę istniejących opraw oświetleniowych na oprawy LEDowe wraz z pracami instalacyjnymi i odtworzeniowymi w pomieszczeniach. Zainstalowane oprawy muszą spełniać wymagania obowiązujących norm dotyczących oświetlenia pomieszczeń.



## Z-11 Energia pomocnicza

Zapotrzebowanie na energię pomocniczą przed modernizacją

Rodzaj systemu	Rodzaj urządzenia pomocniczego	Moc jednostkowa	Czas pracy	Powierzchnia użytkowa	Energia pomocnicza		Koszty eksploatacyjne
		[W/m <sup>2</sup> ]	[h/rok]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/rok]	[GJ/rok]	[zł/rok]
instalacja c.o.	Pompy obiegowe ogrzewania w budynku o A <sub>F</sub> ponad 250 m <sup>2</sup>	0,25	4 500	642,65	722,98	2,60	383,18
	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania w budynku o A <sub>F</sub> ponad 250 m <sup>2</sup>	0,12	3 500	642,65	269,91	0,97	143,05
ogółem					992,89	3,57	526,23

Zapotrzebowanie na energię pomocniczą po modernizacji

Rodzaj systemu	Rodzaj urządzenia pomocniczego	Moc jednostkowa	Czas pracy	Powierzchnia użytkowa	Energia pomocnicza		Koszty eksploatacyjne
		[W/m <sup>2</sup> ]	[h/rok]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/rok]	[GJ/rok]	[zł/rok]
instalacja c.o.	Pompy obiegowe ogrzewania w budynku o A <sub>F</sub> ponad 250 m <sup>2</sup>	0,25	4 500	642,65	722,98	2,60	383,18
	Napęd pomocniczy pompy ciepła w układzie ogrzewania	0,80	1 600	642,65	822,59	2,96	435,97
ogółem					1 545,57	5,56	819,15

## Z-12 Obliczenie efektywności ekologicznej

Wskaźnik emisji (WE CO<sub>2</sub>) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnotowym Systemie Handlu Upewnieniami do Emisji za rok 2020 publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE)

nośnik energii	Roczna redukcja emisji CO <sub>2</sub>									
	Roczne zużycie energii		WE	emisja CO <sub>2</sub>	Roczne zużycie energii		WE	emisja CO <sub>2</sub>	emisja CO <sub>2</sub>	
	GJ	MWh	kg/ GJ; kg/MWh	Mg	GJ	MWh	kg/ GJ; kg/MWh	Mg	Mg	%
	przed modernizacją				po modernizacji				redukcja	
węgiel kamienny	1 248,78	-	94,10	117,51	-	-	94,10	0,00		
energia elektryczna	-	18,65	765,0	14,27		20,76	765,0	15,88		
ogółem				<b>131,78</b>				<b>15,88</b>	<b>115,90</b>	<b>87,95</b>

Wyliczenie redukcji emisji CO<sub>2</sub> związanej z wymianą źródła ciepła przedstawiono poniżej:

nośnik energii	Efekt ekologiczny dla zmiany źródła ciepła							
	Roczne zużycie energii	WE	emisja CO <sub>2</sub>	Roczne zużycie energii	WE	emisja CO <sub>2</sub>	redukcja	
	[GJ]	[kg/ GJ]	[Mg]	[MWh]	[kg/ MWh]	[Mg]	[Mg]	[%]
	obecnie			docelowo				
węgiel kamienny	1 248,78	94,10	117,51	-	-	-		
energia elektryczna	0,00	765,00	0,00	56,27	765,00	43,05		
			<b>117,51</b>			<b>43,05</b>	74,46	<b>63,37</b>

Na podstawie powyższej tabeli należy stwierdzić, że w wyniku wymiany źródła ciepła redukcja emisji CO<sub>2</sub> wyniesie 63,37 %.

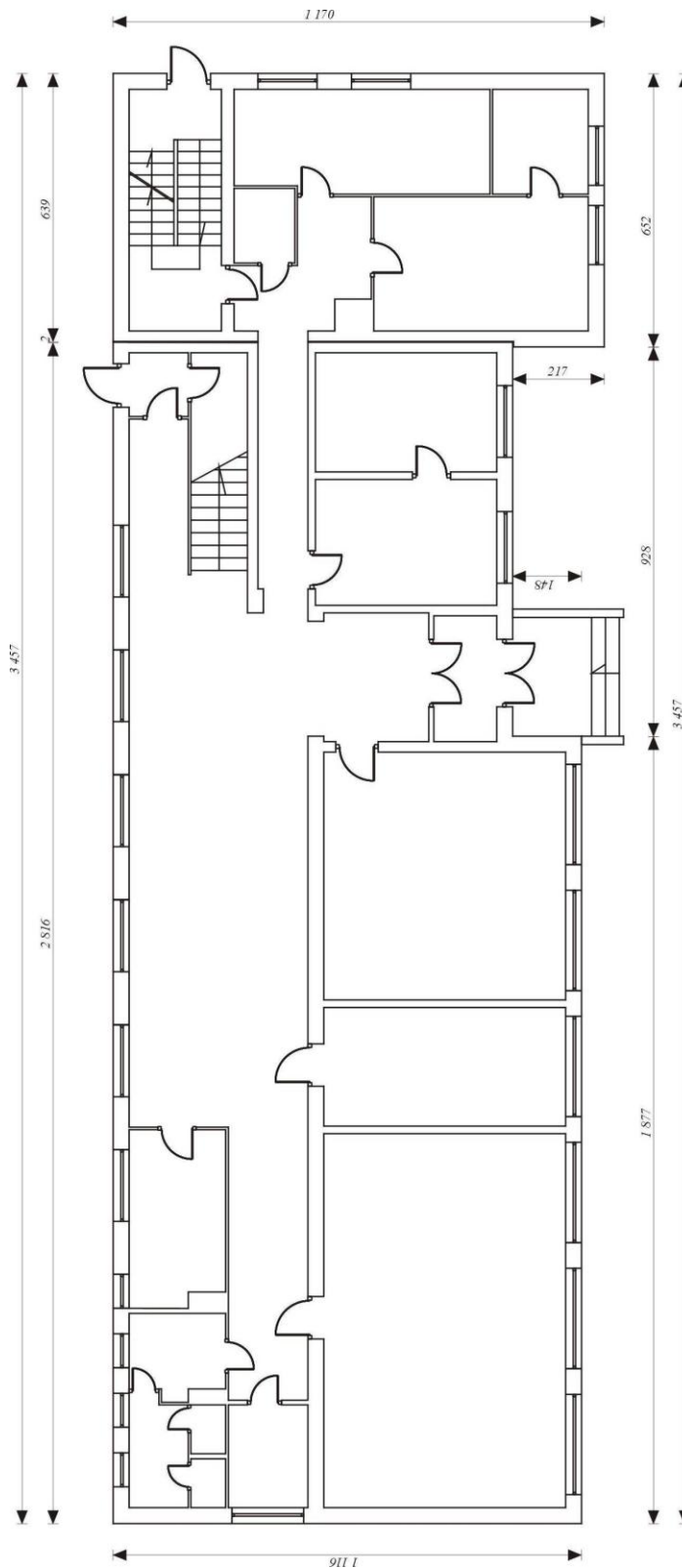
## Z-13 Podsumowanie

Powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]	642,65
Powierzchnia użytkowa przedszkola [m <sup>2</sup> ]	80,04
Procentowy udział powierzchni przedszkolnej	12,45

Lp.	Zakres	Jednostka	Obmiar	Cena jednostkowa [zł]	Nakłady brutto [zł]
1.	Ocieplenie stropodachu styropapą o grubości 27 cm	[m <sup>2</sup> ]	374,00	240,80	90 059,20
2.	Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem o grubości 18 cm (powierzchnia netto)	[m <sup>2</sup> ]	538,00	275,00	147 950,00
3.	Modernizacja instalacji c.o.: wymiana i izolacja rurociągów, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych	[szt.]	49	3 600,00	176 400,00
4.	Wymiana kotła węglowego na pompy ciepła o mocy około 49kW wraz z dostosowaniem pomieszczenia do przepisów ppoż.	[kW]	42		350 000,00
5.	Wymiana oświetlenia na oprawy LED	[szt.]	89	620,00	55 180,00
6.	Montaż instalacji PV	[kW]	26,07		160330,5
7.	Montaż Systemu Zarządzania Energią	[kpl]	1		50 000,00
	Ogółem nakłady dla całości obiektu	[zł]			1 029 919,70
	Nakłady na część przedszkolną	[zł]			128 225,00
	Ogółem nakłady bez części przedszkolnej	[zł]			901 694,70

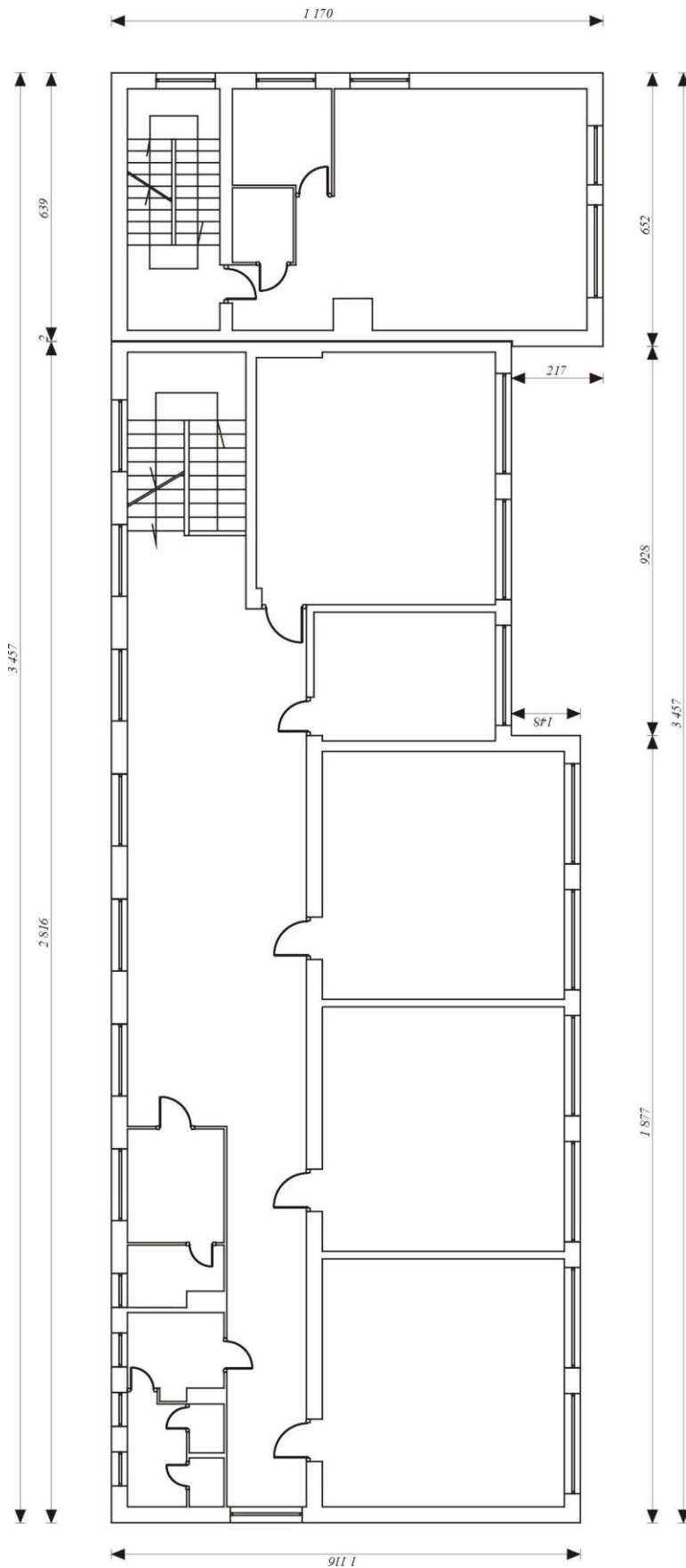
Wskaźniki projektu		Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność	Oszczędność [%]
Energia końcowa dla całości obiektu	[GJ]	1 315,94	74,75	1 241,19	94,32
Energia końcowa bez części przedszkolnej	[GJ]	1 152,11	65,44	1 086,66	94,32
Emisja CO <sub>2</sub> dla całości obiektu	[Mg]	131,78	15,88	115,90	87,95
Emisja CO <sub>2</sub> bez części przedszkolnej	[Mg]	115,37	13,90	101,47	87,95
Energia pierwotna dla całości obiektu (h+w)	[kWh]	398 465,59	34 137,80	364 327,79	91,43
Energia pierwotna bez cz. przedszkolnej (h+w)	[kWh]	348 856,62	29 887,64	318 968,98	91,43
EP <sub>h+w</sub> dla całości obiektu	[kWh/m <sup>2</sup> rok]		53,12		
EP <sub>h+w</sub> bez części przedszkolnej	[kWh/m <sup>2</sup> rok]		53,12		
EP <sub>L</sub> dla całości obiektu	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	56,16	36,60	19,56	
EP <sub>L</sub> bez części przedszkolnej	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	49,17	32,04	17,13	

## Z-14 Rysunki



SZKIC WYKONANY NA POTRZEBY AUDYTU ENERGETYCZNEGO - Rzut parteru  
Szkoła Podstawowa w Babkach Oleckich; 19-400 Babki Oleckie





SZKIC WYKONANY NA POTRZEBY AUDYTU ENERGETYCZNEGO - Rzut piętrowy  
 Szkoła Podstawowa w Babkach Oleckich, 19-400 Babki Oleckie

