

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**  
**SZKOŁY PODSTAWOWEJ**  
**w Judzikach**  
**Judziki 5**  
**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		1967
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. Judziki nr bud. 5
	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 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego ..... 10			
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ..... 12			
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji ..... 14			
ZAŁĄCZNIKI ..... 15			
Z-1 Współczynniki przenikania ciepła przed termomodernizacją ..... 15			
Z-2 Współczynniki przenikania ciepła po termomodernizacji ..... 16			
Z-3 Współczynnik strat ciepła przez wentylację ..... 17			
Z-4 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego ..... 17			
Z-5 Projektowana strata ciepła ..... 18			
Z-6 Roczne zapotrzebowanie na energię przed modernizacją wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 ..... 19			
Z-7 Roczne zapotrzebowanie na energię po modernizacji wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 ..... 20			
Z-8 Sprawności systemu grzewczego ..... 21			
Z-9 Ciepła woda użytkowa ..... 22			
Z-10 Oświetlenie wewnętrzne ..... 23			
Z-11 Energia pomocnicza ..... 25			
Z-12 Obliczenie efektywności ekologicznej ..... 26			
Z-13 Podsumowanie ..... 27			
Z-14 Rysunki ..... 28			

## 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> ]	3 327,90	3 327,90
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	770,00	770,00
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	125	125
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]	0,549	0,549
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>			
1	Ściany zewnętrzne	0,295	0,295
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,166	0,166
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]	2 037	2 037	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,84	0,84	
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	56,61	56,61	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	8,70	8,70	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	409,92	409,92	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	811,52	54,28	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	24,29	24,29	
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)]	147,88	147,88	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	292,76	19,58	
10. <sup>2)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	80,27	
<b>7. Koszty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup>	[zł/GJ]	61,87	158,33	
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> ]	17,10	17,10	
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)]	5,43	0,93	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>					
Planowana kwota kredytu	[zł]	839 725,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	90,60
Planowane koszty całkowite	[zł]	839 725,00	Premia termomodernizacyjna	[zł]	134 356,00
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	41 615,13			

<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 27,65 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 Judzikach, 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 póź. 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 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 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 (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 budynek			
Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	1967
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	
	3 327,90	245	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	770,00	82	
Współczynnik kształtu	0,549		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,2	3,0	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	125	-	
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 (bud. główny)</b>	402,00	0,166	
<b>Stropodach (stolówka)</b>	111,00	0,166	
<b>Ściany zewnętrzne [SZ-1] (bud. główny)</b>	490,00	0,295	
<b>Ściany zewnętrzne [SZ-2] (stolówka)</b>	67,00	0,295	
<b>Okna</b>	236,32	1,300	
<b>Drzwi wejściowe</b>	20,71	1,300	
<b>Strop nad piwnicą</b>	102,00	0,778	
<b>Podłoga na gruncie (bud. główny)</b>	300,00	0,435	
<b>Podłoga na gruncie (stolówka)</b>	111,00	0,435	
4.4 Charakterystyka energetyczna budynku			
Moc cieplna zamówiona na ogrzewanie		kW	56,61

Moc cieplna zamówiona na przygotowanie cwu	kW	8,70
Roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	GJ/rok	811,13
Roczne zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu	GJ/rok	24,29
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)	5,43
Energia cieplna - CWU (obliczone)	zł/osobę/mies.	2,56
Energia cieplna - CWU (obliczone)	zł/(m <sup>2</sup> *m-c)	0,42
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	640,00
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	50 200,99
Jednostkowy koszt energii na potrzeby CO	zł/GJ	61,89
Całkowity koszt energii na potrzeby CWU	zł/rok	3 845,52
Jednostkowy koszt energii na potrzeby CWU	zł/osobę/mies.	2,56
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	2 037
4.8 Charakterystyka węzła cieplnego lub lokalnego źródła ciepła	
Typ wymienników (kotłów)	kotłownia węglowa
Opomiarowanie	brak

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

Obiekt wybudowany w 1967 r wykonany w technologii mieszanej, złożony jest z dwóch budynków połączonych ze sobą instalacyjnie - budynku głównego i stołówki. Budynek główny jest częściowo podpiwniczony, natomiast stołówka jest niepodpiwniczona. Ściany zewnętrzne obiektu wykonane są z cegły kratówki o grubości 38 cm, ocieplone styropianem o grubości 10 cm. Nad budynkami zastosowano stropodach, kryty papą, ocieplony wełną mineralną o grubości 20 cm. W obiekcie zastosowano stropy gęstożebrowe.

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

W obiekcie 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 obiektu jest kocioł węglowy o mocy 100 kW z 2018 r., zainstalowany w piwnicy budynku głównego, który jest w średnim stanie technicznym. Instalacja c.o. została wykonana jako wodna, z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. W obiekcie zainstalowano grzejniki żeliwne bez zaworów z głowicami termostatycznymi oraz grzejniki płytowe z zaworami z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny grzejników żeliwnych i instalacji jest zły.

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

W obiekcie 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:

- kompleksową wymianę instalacji c.o., wraz z grzejnikami żeliwnymi 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	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Wymiana instalacji c.o. Wymiana grzejników. Wymiana źródła ciepła. Montaż Systemu Zarządzania Energią.

**UWAGA:** Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego przyjęto zgodnie z Ministerstwem 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									

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

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

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

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

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:

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

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:

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

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 średnim stanie technicznym i jest 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 żeliwne jak i instalacja c.o. są w złym technicznym, w związku z tym przewidziano kompleksową modernizację systemu grzewczego polegającą n

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	0,0566	0,0566
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	409,72	409,72
3	Ogólna sprawność c.o.	-	0,51	2,77
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. z uwzgl. sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	811,13	147,81
		kWh/rok	225 314,60	41 057,33
5	Energia elektryczna z instalacji PV	kWh/rok		26 000,00
6	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	50 200,99	8 582,50
7	Oszczędność kosztów	zł/rok		41 618,49
8	Koszt modernizacji	zł		839 725,00
9	SPBT	lat		20,18

## **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	0,0566	409,72	0,5051	1	811,13	50 200,99	0,0087	24,29	3 845,52	835,42	54 046,51			
A	0,0566	409,72	2,7720	1	54,21	8 582,50	0,0087	24,29	3 845,52	78,49	12 428,02	756,93	90,60	41 618,49

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	A	839 725,00	41 618,49	90,60	419 862,50 50,00	134 356,00

<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. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez:

- wymianę rurociągów,
- wymianę grzejników na grzejniki płytowe (ok. 28 szt.),
- montaż zaworów z głowicami termostatycznymi (ok. 28 szt.),
- montaż zaworów grzejnikowych odcinających powrotnych,
- montaż automatycznych odpowietrzników,
- wymianę kotła węglowego na pompę ciepła o mocy około 57 kW pracującą na potrzeby instalacji c.o. wraz z niezbędną armaturą i niezbędnym dostosowaniem pomieszczenia kotłowni,
- montaż instalacji PV o mocy około 27,65 kW wytwarzających energię elektryczną na potrzeby pracy pompy ciepła,
- regulację instalacji grzewczej,
- prace instalacyjne i odtworzeniowe.

### 2. 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.

## ZALĄCZNIKI

### Z-1 Współczynniki przenikania ciepła przed termomodernizacją

Przegroda	Wyszczególnienie	d <sub>1</sub>	d	λ	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	0,166
	Podkład cementowy	3,0	0,030	1,050	0,029	
	Płyty korytkowe	10,0	0,100	1,300	0,077	
	Pustka powietrzna	25,0	0,250		0,160	
	Wełna mineralna	20,0	0,200	0,040	5,000	
	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				5,887	
	R <sub>si</sub>				0,100	
	R <sub>se</sub>				0,040	
	R <sub>T</sub>				6,027	
	<b>Ściany zewnętrzne [SZ-1]</b>	Tynk cem.wap.	1,5	0,015	0,820	
Styropian		10,0	0,100	0,040	2,500	
Mur z cegły kratówki		38,0	0,380	0,560	0,679	
Tynk cem.wap.		1,5	0,015	0,820	0,018	
R					3,215	
R <sub>si</sub>					0,130	
R <sub>se</sub>					0,040	
R <sub>T</sub>					3,385	
<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 <sub>si</sub>				0,170	
	R <sub>se</sub>				0,170	
	R <sub>T</sub>				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 <sub>T</sub>				2,297	
	<b>Okna</b>				U <sub>0</sub>	
				[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	$d_i$	$d$	$\lambda$	$R$	$U$
		[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	0,166
	Podkład cementowy	3,0	0,030	1,050	0,029	
	Płyty korytkowe	10,0	0,100	1,300	0,077	
	Pustka powietrzna	25,0	0,250		0,160	
	Wełna mineralna	20,0	0,200	0,040	5,000	
	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	
	$R$				5,887	
	$R_{si}$				0,100	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				6,027	
	<b>Ściany zewnętrzne [SZ-1]</b>	Tynk cem.wap.	1,5	0,015	0,820	
Styropian		10,0	0,100	0,040	2,500	
Mur z cegły kratówki		38,0	0,380	0,560	0,679	
Tynk cem.wap.		1,5	0,015	0,820	0,018	
$R$					3,215	
$R_{si}$					0,130	
$R_{se}$					0,040	
$R_T$					3,385	
<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 asfatuowa	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 asfatuowa	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]
<b>Drzwi wejściowe</b>				1,300	1,0	1,300
				1,300	1,0	1,300

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

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza		
		obecnie	docelowo	
Kubatura wentylowana $V_{ve}$	[m <sup>3</sup> ]	2 425,50		
Powierzchnia ogrzewana $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	770,00		
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]	0,44		
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m <sup>3</sup> /s]	0,13	0,13	
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /s]	0,57	0,57	
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]	0,57	0,57	
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /h]	2 037	2 037	
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	679	679	
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,84	0,84	

**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		2 426	0,5			1 212,8

## 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]		
Stropodach (bud. główny)	402,00	0,166	1,0	67	44	2,93
Stropodach (stołówka)	111,00	0,166	1,0	18		0,81
Ściany zewnętrzne [SZ-1] (bud. główny)	490,00	0,295	1,0	145		6,37
Ściany zewnętrzne [SZ-2] (stołówka)	67,00	0,295	1,0	20		0,87
Okna	236,32	1,300	1,0	307		13,52
Drzwi wejściowe	6,22	1,300	1,0	8		0,36
Strop nad piwnicą	102,00	0,778	0,8	63		2,79
Podłoga na gruncie (bud. główny)	300,00	0,435	1,0	131		5,75
Podłoga na gruncie (stołówka)	111,00	0,435	1,0	48		2,13
Mostki liniowe	l	y	1,0	67		2,94
	[m]	[W/mK]				
	446,20	0,150				
Ogółem				874		38,47
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$		
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]		
		1 213	0,34	412	18,14	
OGÓLEM					56,61	

### 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]		
Stropodach (bud. główny)	402,00	0,166	1,0	67	44	2,93
Stropodach (stołówka)	111,00	0,166	1,0	18		0,81
Ściany zewnętrzne [SZ-1] (bud. główny)	490,00	0,295	1,0	145		6,37
Ściany zewnętrzne [SZ-2] (stołówka)	67,00	0,295	1,0	20		0,87
Okna	236,32	1,300	1,0	307		13,52
Drzwi wejściowe	6,22	1,300	1,0	8		0,36
Strop nad piwnicą	102,00	0,778	0,8	63		2,79
Podłoga na gruncie (bud. główny)	300,00	0,435	1,0	131		5,75
Podłoga na gruncie (stołówka)	111,00	0,435	1,0	48		2,13
Mostki liniowe	l	y	1,0	67		2,94
	[m]	[W/mK]				
	446,20	0,150				
Ogółem				874		38,47
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$		
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]		
		1 213	0,34	412	18,14	
OGÓLEM					56,61	

### 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	$H_{tr}, H_{ve}$										
Stropodach (bud. główny)	[MJ]	4 538	4 050	3 805	2 507	957	945	2 376	3 181	4 038	26 398
Stropodach (stołówka)	[MJ]	1 253	1 118	1 051	692	264	261	656	878	1 115	7 289
Ściany zewnętrzne [SZ-1] (bud. główny)	[MJ]	9 848	8 789	8 258	5 440	2 076	2 051	5 156	6 904	8 762	57 284
Ściany zewnętrzne [SZ-2] (stołówka)	[MJ]	1 346	1 202	1 129	744	284	280	705	944	1 198	7 833
Okna	[MJ]	20 901	18 655	17 527	11 547	4 406	4 353	10 944	14 652	18 597	121 582
Drzwi wejściowe	[MJ]	550	491	461	304	116	115	288	386	489	3 200
Strop nad piwnicą	[MJ]	4 316	3 852	3 620	2 384	910	899	2 260	3 026	3 840	25 108
Podłoga na gruncie (bud. główny)	[MJ]	8 884	7 930	7 450	4 908	1 873	1 850	4 652	6 228	7 905	51 682
Podłoga na gruncie (stołówka)	[MJ]	3 287	2 934	2 757	1 816	693	685	1 721	2 304	2 925	19 122
Mostki liniowe	[MJ]	4 553	4 064	3 818	2 515	960	948	2 384	3 192	4 051	26 487
Straty przez przegrody	[MJ]	59 477	53 087	49 876	32 858	12 539	12 388	31 144	41 696	52 921	345 985
Wentylacja	[MJ]	46 203	41 239	38 745	25 525	9 740	9 623	24 193	32 390	41 110	268 767
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	105 680	94 325	88 621	58 383	22 279	22 011	55 336	74 086	94 030	614 753
Zyski słoneczne	[MJ]	9 198	12 563	19 812	31 016	40 040	26 319	16 020	8 364	5 186	168 519
Zyski wewnętrzne	[MJ]	9 693	8 755	9 693	9 380	9 693	9 380	9 693	9 380	9 693	85 362
Razem zyski	[MJ]	18 891	21 318	29 505	40 396	49 733	35 700	25 714	17 745	14 879	253 881
Stosunek zysków do przenoszenia		0,1788	0,2260	0,3329	0,6919	2,2322	1,6219	0,4647	0,2395	0,1582	0,4130
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	852									
Pojemność cieplna	[J/K]	221 416 000									
Stała czasowa	[h]	40									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny $a_H$		3,64									
Parametr numeryczny $a_H + 1$		4,64									
$\eta$		0,9984	0,9965	0,9877	0,9015	0,4343	0,5711	0,9661	0,9958	0,9990	
Zyski ciepła	[MJ]	18 861	21 245	29 143	36 418	21 602	20 387	24 843	17 670	14 864	205 033
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	86 819	73 081	59 478	21 965	678	1 624	30 494	56 416	79 166	409 719

### 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 (bud. główny)	66,70	[MJ]	4 538	4 050	3 805	2 507	957	945	2 376	3 181	4 038	26 398
Stropodach (stołówka)	18,42	[MJ]	1 253	1 118	1 051	692	264	261	656	878	1 115	7 289
Ściany zewnętrzne [SZ-1] (bud. główny)	144,75	[MJ]	9 848	8 789	8 258	5 440	2 076	2 051	5 156	6 904	8 762	57 284
Ściany zewnętrzne [SZ-2] (stołówka)	19,79	[MJ]	1 346	1 202	1 129	744	284	280	705	944	1 198	7 833
Okna	307,22	[MJ]	20 901	18 655	17 527	11 547	4 406	4 353	10 944	14 652	18 597	121 582
Drzwi wejściowe	8,09	[MJ]	550	491	461	304	116	115	288	386	489	3 200
Strop nad piwnicą	63,44	[MJ]	4 316	3 852	3 620	2 384	910	899	2 260	3 026	3 840	25 108
Podłoga na gruncie (bud. główny)	130,59	[MJ]	8 884	7 930	7 450	4 908	1 873	1 850	4 652	6 228	7 905	51 682
Podłoga na gruncie (stołówka)	48,32	[MJ]	3 287	2 934	2 757	1 816	693	685	1 721	2 304	2 925	19 122
Mostki liniowe	66,93	[MJ]	4 553	4 064	3 818	2 515	960	948	2 384	3 192	4 051	26 487
Straty przez przegrody		[MJ]	59 477	53 087	49 876	32 858	12 539	12 388	31 144	41 696	52 921	345 985
Wentylacja	679,14	[MJ]	46 203	41 239	38 745	25 525	9 740	9 623	24 193	32 390	41 110	268 767
Całkowite przenoszenie ciepła		[MJ]	105 680	94 325	88 621	58 383	22 279	22 011	55 336	74 086	94 030	614 753
Zyski słoneczne		[MJ]	9 198	12 563	19 812	31 016	40 040	26 319	16 020	8 364	5 186	168 519
Zyski wewnętrzne		[MJ]	9 693	8 755	9 693	9 380	9 693	9 380	9 693	9 380	9 693	85 362
Razem zyski		[MJ]	18 891	21 318	29 505	40 396	49 733	35 700	25 714	17 745	14 879	253 881
Stosunek zysków do przenoszenia			0,1788	0,2260	0,3329	0,6919	2,2322	1,6219	0,4647	0,2395	0,1582	0,4130
Typ budynku			ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana		[m <sup>2</sup> ]	852									
Pojemność cieplna		[J/K]	221 416 000									
Stała czasowa		[h]	40									
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>			3,64									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub> + 1			4,64									
η			0,9984	0,9965	0,9877	0,9015	0,4343	0,5711	0,9661	0,9958	0,9990	
Zyski ciepła		[MJ]	18 861	21 245	29 143	36 418	21 602	20 387	24 843	17 670	14 864	205 033
Zapotrzebowanie ciepła		[MJ]	86 819	73 081	59 478	21 965	678	1 624	30 494	56 416	79 166	409 719

## 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>	770,00	770,00
Liczba użytkowników	osoba	125	125
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	6 476,8	6 476,8
	GJ/rok	23,3	23,3
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	6 746,7	6 746,7
	GJ/rok	24,3	24,3
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m <sup>3</sup> /h	0,056	0,056
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,869	2,869
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	8,7	8,7
Średnia moc c.w.u.	kW	3,0	3,0
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 obiekcie zastosowano oświetlenie w ilości 138 sztuk opraw o łącznej mocy 10 262 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]
770,00	10 262	13,33	6,10	2 000



	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	26,66	12,20
Zużycie energii do oświetlenia E <sub>L</sub>	[kWh/rok]	20 528,20	9 394,00
Cena energii elektrycznej	[zł/kWh]	0,57	0,57
Koszt energii elektrycznej	[zł/rok]	11 701,07	5 354,58
Oszczędność zużycia energii	[kWh/rok]	11 134,20	
	[%]	54,24	
Oszczędność kosztów	[zł/rok]	6 346,49	
Nakłady inwestycyjne	[zł]	85 560,00	
SPBT	[lata]	13,48	

Z przeprowadzonej analizy wynika, że przedsięwzięcie modernizacyjne polegające na wymianie oświetlenia wewnętrznego zwróci się w ciągu 13,48 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	770,00	866,25	3,12	493,76
	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania w budynku o A <sub>F</sub> ponad 250 m <sup>2</sup>	0,12	3 500	770,00	323,40	1,16	184,34
ogółem					1 189,65	4,28	678,10

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	770,00	866,25	3,12	493,76
	Napęd pomocniczy pompy ciepła w układzie ogrzewania	0,80	1 600	770,00	985,60	3,55	561,79
ogółem					1 851,85	6,67	1 055,55

## Z-12 Obliczenie efektywności ekologicznej

Wskaźnik emisji (WE CO<sub>2</sub>) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnotowym Systemie Handlu Uprawnieniami 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	811,13	-	94,10	76,33	0,00	-	94,10	0,00		
energia elektryczna	-	28,46	765,0	21,77		33,05	765,0	25,28		
ogółem				<b>98,10</b>				<b>25,28</b>	<b>72,82</b>	<b>74,23</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	811,13	94,10	76,33	-	-	-		
energia elektryczna	0,00	765,00	0,00	26,79	765,00	20,49		
			<b>76,33</b>			<b>20,49</b>	55,83	<b>73,15</b>

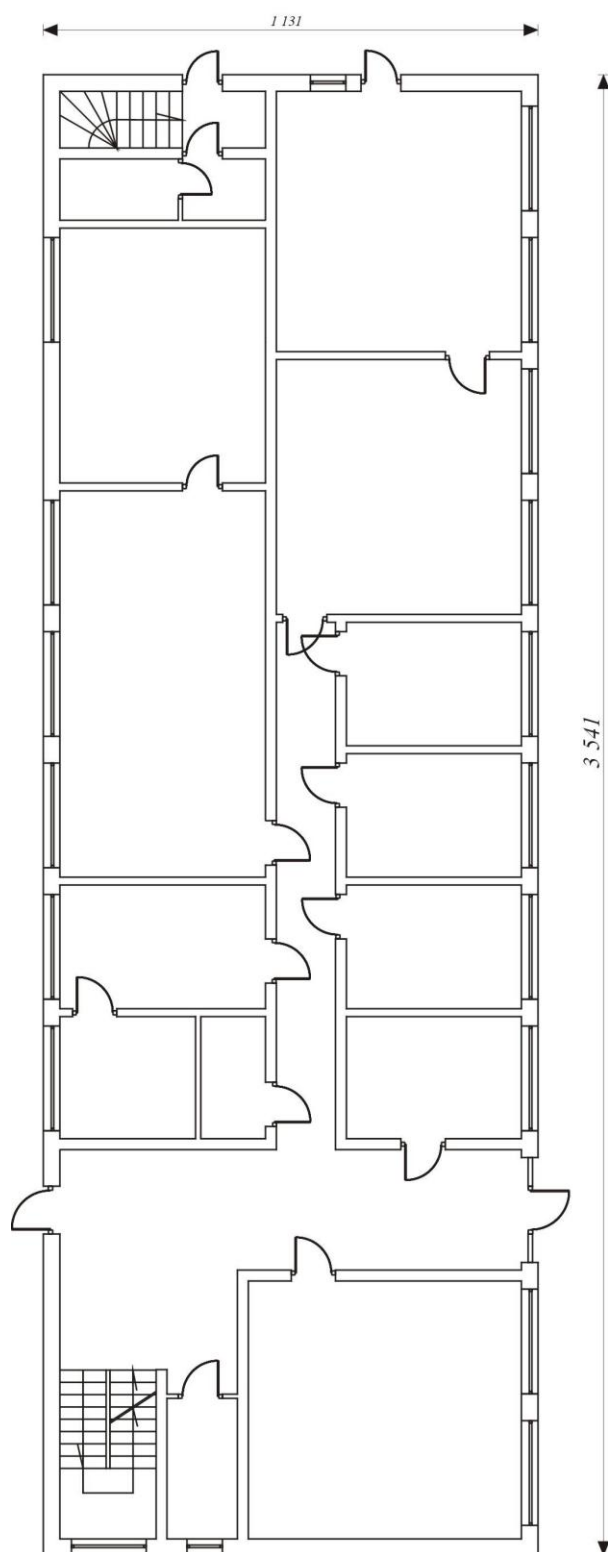
Na podstawie powyższej tabeli należy stwierdzić, że w wyniku wymiany źródła ciepła redukcja emisji CO<sub>2</sub> wyniesie 73,15 %.

## Z-13 Podsumowanie

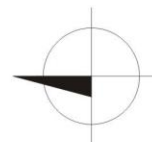
	Powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]	770,00			
	Powierzchnia użytkowa przedszkola [m <sup>2</sup> ]	66,08			
	Procentowy udział powierzchni przedszkolnej	8,58			
Lp.	Zakres	Jednostka	Obmiar	Cena jednostkowa [zł]	Nakłady brutto [zł]
1.	Modernizacja instalacji c.o.: wymiana i izolacja rurociągów dla 48 szt grzejników, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych	[szt.]	28	5 000,00	140 000,00
2.	Wymiana kotła węglowego na pompy ciepła o mocy około 57 kW wraz z dostosowaniem pomieszczenia do przepisów ppoż.	[kW]	57		470 000,00
3.	Wymiana oświetlenia na oprawy LED	[szt.]	138	620,00	85 560,00
4.	Montaż instalacji PV	[kW]	27,65		179 725,00
5.	Montaż Systemu Zarządzania Energią	[kpl]	1		50 000,00
	Ogółem nakłady dla całości obiektu	[zł]			925 285,00
	Nakłady na część przedszkolną	[zł]			79 389,45
	Ogółem nakłady bez części przedszkolnej	[zł]			845 895,55

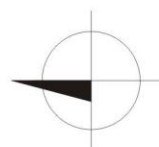
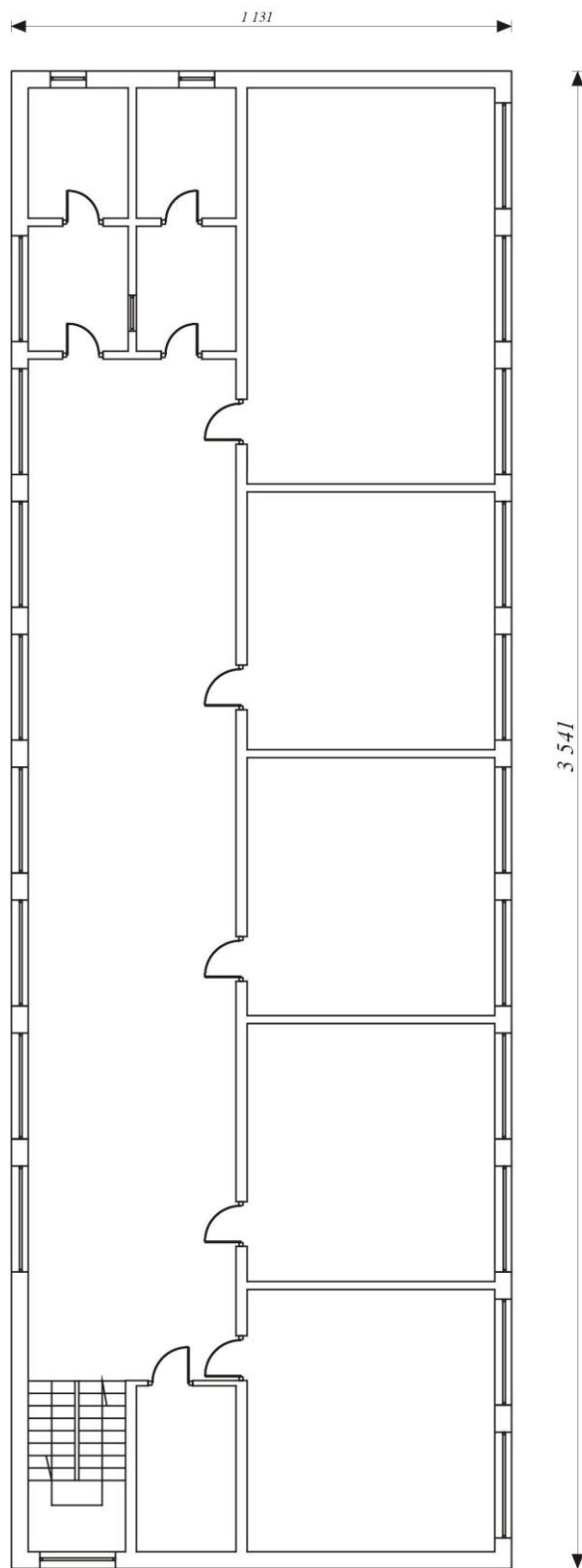
Wskaźniki projektu		Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność	Oszczędność [%]
Energia końcowa dla całości obiektu	[GJ]	913,60	118,98	794,62	86,98
Energia końcowa bez części przedszkolnej	[GJ]	835,21	108,77	726,44	86,98
Emisja CO <sub>2</sub> dla całości obiektu	[Mg]	98,10	25,28	72,82	74,23
Emisja CO <sub>2</sub> bez części przedszkolnej	[Mg]	89,68	23,11	66,57	74,23
Energia pierwotna dla całości obiektu (h+w)	[kWh]	268 085,26	65 411,96	202 673,30	75,60
Energia pierwotna bez cz. przedszkolnej (h+w)	[kWh]	245 083,54	59 799,62	185 283,92	75,60
EP <sub>h+w</sub> dla całości obiektu	[kWh/m <sup>2</sup> rok]		84,95		
EP <sub>h+w</sub> bez części przedszkolnej	[kWh/m <sup>2</sup> rok]		84,95		
EP <sub>L</sub> dla całości obiektu	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	79,98	36,60	43,38	
EP <sub>L</sub> bez części przedszkolnej	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	73,12	33,46	39,66	

## Z-14 Rysunki



SZKIC WYKONANY NA POTRZEBY AUDYTU ENERGETYCZNEGO - Rzut parteru  
Szkoła Podstawowa w Judzicach; 19-400 Judziki





SZKIC WYKONANY NA POTRZEBY AUDYTU ENERGETYCZNEGO - Reau piętra  
Szkoła Podstawowa w Judzikach; 19-400 Judziki