

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**  
**SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 2**  
**im. Mikołaja Kopernika**  
**w Olecku**  
**ul. Słowiańska 1**  
**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	1936; 1975
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	Gmina Olecko		ul.	Słowiańska nr bud. 1
	ul.	Plac Wolności nr 3	1.4 Adres budynku	kod 19-400 miejscowość Olecko
	kod	19-400 miejscowość Olecko		powiat olecki
	tel.	- fax -		województwo warmińsko-mazurskie
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audit: ..... "ELEKO" Franciszek Radomyski 05-230 Kobyłka, ul. Nadarzyn 2a; REGON 010492283.....				
3. Imię i nazwisko adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: mgr inż. Barbara Kosowska				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)	
1.	mgr inż. Barbara Kosowska	Opracowanie kompleksowe: - zapotrzebowanie na ciepło - warianty termomodernizacji - analiza ekonomiczna	Kurs audytorów energetycznych FPE	
5. Miejscowość Kobyłka data wykonania opracowania: Maj 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 .....				14
7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku .....				14
7.5 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego .....				14
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....				17
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji .....				19
ZAŁĄCZNIKI .....				20
Z-1 Współczynniki przenikania ciepła przed termomodernizacją .....				20
Z-2 Współczynniki przenikania ciepła po termomodernizacji .....				22
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 przed modernizacją wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 .....				27
Z-7 Roczne zapotrzebowanie na energię po modernizacji wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 .....				28
Z-8 Sprawności systemu grzewczego .....				29
Z-9 Ciepła woda użytkowa .....				30
Z-10 Oświetlenie wewnętrzne .....				31
Z-11 Energia pomocnicza .....				33
Z-12 Obliczenie efektywności ekologicznej .....				34
Z-13 Podsumowanie .....				35
Z-14 Rysunki .....				36

## 2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna	Tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	12 985,64	12 985,64
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	3 025,35	3 025,35
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	387	387
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]	0,422	0,422
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>			
1	Ściany zewnętrzne	0,347	0,347
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,244; 1,461	0,244; 0,146
3	Strop nad piwnicą	-	-
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,345; 0,424; 0,425	0,345; 0,424; 0,425
5	Okna, drzwi balkonowe	1,300	1,300
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,700	1,700
7	Inne	-	-
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,93	0,93
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	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1	0,95

<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]	8 177	8 177	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,79	0,79	
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	238,27	176,64	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	20,44	20,44	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1 944,68	1 409,24	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	3 394,56	1 635,76	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	95,43	95,43	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku ( bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	178,55	129,39	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	311,68	150,19	
10. <sup>2)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	54,21	54,21	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	12 116,47	12 116,47	
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej	[zł/m <sup>3</sup> ]	23,70	23,70	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	12 116,47	12 116,47	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej	[zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	6,02	3,15	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>					
Planowana kwota kredytu	[zł]	960 480,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	50,40
Planowane koszty całkowite	[zł]	960 480,00	Premia termomodernizacyjna	[zł]	153 676,80
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	104 304,52			

<b>9. Inne</b>
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku <del>ZOSTANIE/NIE ZOSTANIE</del> <sup>5)</sup> zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej .... 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 Nr 2 im. Mikołaja Kopernika w Olecku, zlokalizowanej przy ul. Słowiańskiej 1 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 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 (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	1936; 1975
Adres budynku	19-400 Olecko, ul. Słowiańska 1	Właściciel	Gmina Olecko, Plac Wolności 3, 19-400 Olecko
4.2 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Tradycyjna		
Liczba kondygnacji	podziemnych	nadziemnych	
	-	4	
Rodzaj dachu	Dach kryty dachówką		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	12 985,64	822	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	3 025,35	274	
Współczynnik kształtu	0,422		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,3	-	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	387	-	
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 (dobudowa)</b>	336,00	0,244	
<b>Strop poddasza (bud. główny i sala gimnastyczna)</b>	1 184,00	1,461	
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1] (bud. główny i sala gimnastyczna)</b>	1 292,00	0,347	
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-2] (dobudowa)</b>	409,00	0,347	
<b>Okna</b>	332,63	1,300	
<b>Drzwi wejściowe</b>	20,20	1,700	
<b>Podłoga na gruncie (bud. główny)</b>	1184,00	0,347	
<b>Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)</b>	298,00	0,425	
<b>Podłoga na gruncie (dobudowa)</b>	336,00	0,424	
4.4 Charakterystyka energetyczna budynku			

Moc cieplna zamówiona na ogrzewanie	kW	238,27
Moc cieplna zamówiona na przygotowanie cwu	kW	20,44
Roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	GJ/rok	3 394,56
Roczne zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu	GJ/rok	95,43
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)	12 116,47
Energia cieplna - opłata stała za przesył	zł/(MW*m-c)	-
Energia cieplna - opłata zmienna	zł/GJ	54,21
Energia cieplna - abonament	zł/m-c	-
Energia cieplna - CO (obliczone)	zł/(m <sup>2</sup> *m-c)	6,02
Energia cieplna - CWU (obliczone)	zł/osobę/mies.	4,51
Energia cieplna - CWU (obliczone)	zł/(m <sup>2</sup> *m-c)	0,58
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	-
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	218 662,90
Jednostkowy koszt energii na potrzeby CO	zł/GJ	64,42
Całkowity koszt energii na potrzeby CWU	zł/rok	20 940,75
Jednostkowy koszt energii na potrzeby CWU	zł/osobę/mies.	4,51
4.5 Charakterystyka systemu ogrzewania		
Rodzaj instalacji	pompowy z rozdziałem dolnym	
Sprawność wytwarzania	0,93	
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	8 177
4.8 Charakterystyka węzła cieplnego lub lokalnego źródła ciepła	
Typ wymienników (kotłów)	węzeł cieplny wymiennikowy
Opomiarowanie	licznik ciepła

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

Obiekt złożony jest z dwóch części połączonych funkcjonalnie i instalacyjnie. Pierwszą część stanowi wybudowany w 1936 r. budynek główny szkoły wraz z salą gimnastyczną, natomiast drugą część budynki dobudowane w 1975 r. Wszystkie budynki tworzą zwartą całość i są wykonane w technologii tradycyjnej. Obiekt jest niepodpiwniczony, jedynie część ścian zewnętrznych budynku głównego jest zagłębiona w gruncie. Ściany zewnętrzne wykonane są z cegły pełnej o grubości 51 cm, ocieplone styropianem o grubości 8 cm. Nad budynkiem głównym oraz salą gimnastyczną znajduje się nieogrzewane poddasze nieużytkowe. Strop pod poddaszem drewniany nieocieplony. Nad poddaszem nieużytkowym zastosowano dach konstrukcji drewnianej, kryty dachówką. Nad budynkami dobudowanymi zastosowano stropodach, kryty blachą, ocieplony styropianem o grubości 15 cm. W obiekcie zastosowano stropy żelbetowe.

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

W budynku zastosowano stolarkę okienną o współczynniku przenikania ciepła równym  $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  oraz stolarkę drzwiową o współczynniku przenikania ciepła równym  $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Obie stolarki są w dobrym stanie technicznym i ich wymiana nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

Źródłem ciepła dla budynku jest miejska sieć ciepłownicza, a w przyziemiu budynku zainstalowano węzeł wymiennikowy, który jest własnością dostawcy ciepła. 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 stropu pod poddaszem,
- kompleksową wymianę instalacji c.o., wraz z grzejnikami i montażem zaworów z głowicami termostatycznymi,
- montaż Systemu Zarządzania Energią.

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

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

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

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
1	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie stropu pod poddaszem.
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:

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

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 stropu pod poddaszem

Rozpatruje się ocieplenie stropu pod poddaszem wełną mineralną o optymalnej grubości wraz z wykonaniem deskowania.

$$\begin{aligned} \text{Pow. obliczeniowa} &= 1\,184,00 \quad [\text{m}^2] & R_0 &= 0,685 \quad [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}] \\ \text{Pow. ocieplenia} &= \text{ok. } 1\,066 \quad [\text{m}^2] \\ \text{Materiał:} & \text{wełna mineralna} & U_0 &= 1,461 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \\ \lambda &= 0,040 \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \end{aligned}$$

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	$\Delta K_{\text{ogr}}z$	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]
0,07	1,750	2,591	0,386	180,85	0,020	275 028,00	29 557,16	9,305
0,08	2,000	2,841	0,352	164,93	0,018	276 413,80	30 677,14	9,010
0,09	2,250	3,091	0,324	151,59	0,017	277 799,60	31 615,95	8,787
0,10	2,500	3,341	0,299	140,25	0,016	279 185,40	32 414,25	8,613
0,11	2,750	3,591	0,278	130,48	0,015	280 571,20	33 101,41	8,476
0,12	3,000	3,841	0,260	121,99	0,014	281 957,00	33 699,11	8,367
0,13	3,250	4,091	0,244	114,54	0,013	283 342,80	34 223,76	8,279
0,14	3,500	4,341	0,230	107,94	0,012	284 728,60	34 687,98	8,208
0,15	3,750	4,591	0,218	102,06	0,011	286 114,40	35 101,64	8,151
0,16	4,000	4,841	0,207	96,79	0,011	287 500,20	35 472,57	8,105
0,17	4,250	5,091	0,196	92,04	0,010	288 886,00	35 807,08	8,068
0,18	4,500	5,341	0,187	87,73	0,010	290 271,80	36 110,27	8,038
0,19	4,750	5,591	0,179	83,81	0,009	291 657,60	36 386,34	8,016
0,20	5,000	5,841	0,171	80,22	0,009	293 043,40	36 638,79	7,998
0,21	5,250	6,091	0,164	76,93	0,009	294 429,20	36 870,51	7,985
0,22	5,500	6,341	0,158	73,89	0,008	295 815,00	37 083,96	7,977
0,23	5,750	6,591	0,152	71,09	0,008	297 200,80	37 281,21	7,972
0,24	6,000	6,841	0,146	68,49	0,008	298 480,00	37 464,05	7,967
0,25	6,250	7,091	0,141	66,08	0,007	299 865,80	37 634,00	7,968
0,26	6,500	7,341	0,136	63,83	0,007	301 251,60	37 792,37	7,971

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 24 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 24 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 stropu pod poddaszem	298 480,00	7,97

### 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 stropu pod poddaszem	298 480,00	7,97
	Ogółem	298 480,00	

### 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:

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

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,
- $O_{Oz}, O_{Iz}$  - 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 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. Dodatkowo przewidziano montaż Systemu Zarządzania Energią. Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna c.o.	MW	0,2383	0,2383
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	1 944,68	1 944,68
3	Ogólna sprawność c.o.	-	0,57	0,74
4	Obniżenie nocne		1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe		1,00	0,90
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. z uwzgl. sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	3 394,56	2 257,26
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	218 662,90	157 009,79
8	Oszczędność kosztów	zł/rok		61 653,11
9	Koszt modernizacji	zł		662 000,00
10	SPBT	lat		10,74

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

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

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

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli poniżej:

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

wariant	CO						CWU			CO+CWU		Oszczędności		
	q <sub>CO</sub>	Q <sub>CO</sub>	η	w	Q <sub>CO</sub> *w/η	Opłata CO	q <sub>CWU</sub>	Q <sub>CWU</sub>	Opłata CWU	Q <sub>CO+CWU</sub>	KOSZT			
	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	%	zł/rok
0	0,2383	1 944,68	0,5729	1	3 394,56	218 662,90	0,0204	95,43	20 940,75	3 489,99	239 603,65			
I+A	0,1766	1 409,24	0,7366	0,855	1 635,76	114 358,38	0,0204	95,43	20 940,75	1 731,19	135 299,13	1 758,80	50,40	104 304,52
A	0,2383	1 944,68	0,7366	0,855	2 257,26	157 009,79	0,0204	95,43	20 940,75	2 352,69	177 950,54	1 137,30	32,59	61 653,11

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	960 480,00	104 304,52	50,40	480 240,00 50,00	153 676,80
2	A	662 000,00	61 653,11	32,59	331 000,00 50,00	105 920,00

<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. Ocieplenie stropu pod poddaszem o powierzchni około 1 066 m<sup>2</sup> proponuje się wykonać poprzez rozłożenie rulonów wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  i grubości minimum 24 cm. Następnie należy położyć deskowanie. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż  $0,146 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.
2. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez:
  - wymianę rurociągów,
  - wymianę grzejników na grzejniki płytowe (ok. 170 szt.),
  - montaż zaworów z głowicami termostatycznymi (ok. 170 szt.),
  - montaż zaworów grzejnikowych odcinających powrotnych,
  - montaż zaworów podpionowych równoważących, automatycznych,
  - montaż automatycznych odpowietrzników,
  - regulację instalacji grzewczej,
  - prace instalacyjne i odtworzeniowe.
3. 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., z udziałem elektronicznego narzędzia, które ma umożliwiać bieżącą kontrolę oraz zmianę parametrów pracy instalacji c.o. w sposób zdalny z dowolnego miejsca za pośrednictwem komputera wyposażonego w dostęp do Internetu. Celem systemu będzie utrzymanie optymalnych parametrów pracy, w sposób zapewniający optymalne zużycie energii z jednoczesnym zachowaniem komfortu cieplnego w okresie użytkowania budynku. W 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 (dobudowa)</b>	Blacha	0,5	0,005	59,0	0,000	0,244
	Styropian	15,0	0,150	0,040	3,750	
	Papa asfaltowa	1,0	0,010	0,180	0,056	
	Strop żelbetowy	24,0	0,240	1,700	0,141	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,010	0,820	0,012	
	$R$				3,959	
	$R_{si}$				0,100	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				4,099	
<b>Strop poddasza (bud. główny i sala gimnastyczna)</b>	Dachówka	1,0	0,010	1,000	0,010	1,461
	Pustka powietrzna					
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Pustka powietrzna	15,0	0,150		0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,010	0,820	0,012	
	$R$				0,485	
	$R_{si}$				0,100	
	$R_{se}$				0,100	
$R_T$				0,685		
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1] (bud. główny i sala gimnastyczna)</b>	Tynk cem.wap.	2,0	0,020	0,820	0,024	0,347
	Stryropian	8,0	0,080	0,040	2,000	
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,510	0,770	0,662	
	Tynk cem.wap.	2,0	0,020	0,820	0,024	
	$R$				2,711	
	$R_{si}$				0,130	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				2,881	
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-2] (dobudowa)</b>	Tynk cem.wap.	2,0	0,020	0,820	0,024	0,347
	Styropian	8,0	0,080	0,040	2,000	
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,510	0,770	0,662	
	Tynk cem.wap.	2,0	0,020	0,820	0,024	
	$R$				2,711	
	$R_{si}$				0,130	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				2,881	
<b>Podłoga na gruncie (bud. główny)</b>	Gres	2,0	0,020	1,050	0,019	0,345
	Gładź cement.	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Beton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Papa asfaltowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Beton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Piasek średni	20,0	0,200	0,400	0,500	
	Grunt	20,0	0,200	1,740	0,115	
	$R$				0,892	
	Opór zastępczy gruntu				2,006	
	$R_T$				2,898	

<b>Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)</b>	Parkiet	2,5	0,025	0,160	0,156	0,425
	Pustka powietrzna	3,2	0,032		0,160	
	Beton	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				0,781	
	Opór zastępczy gruntu				1,569	
	R <sub>T</sub>				2,350	
<b>Podłoga na gruncie (dobudowa)</b>	Płytki ceramiczne	1,0	0,010	1,000	0,010	0,424
	Gładź cement.	3,5	0,035	1,000	0,035	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Beton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Piasek średni	20,0	0,200	0,400	0,500	
	Grunt	20,0	0,200	1,740	0,115	
	R				0,788	
	Opór zastępczy gruntu				1,569	
R <sub>T</sub>				2,357		
<b>Okna</b>				U <sub>0</sub>	Wsp.	U
				[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/m <sup>2</sup> K]
				1,300	1,0	1,300
<b>Drzwi wejściowe</b>				1,700	1,0	1,700

## 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 (dobudowa)</b>	Blacha	0,5	0,01	59,0	0,000	0,244
	Styropian	15,0	0,15	0,040	3,750	
	Papa asfaltowa	1,0	0,01	0,180	0,056	
	Strop żelbetowy	24,0	0,24		0,141	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,01	0,820	0,012	
	$R$				3,959	
	$R_{si}$				0,100	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				4,099	
<b>Strop poddasza (bud. główny i sala gimnastyczna)</b>	Dachówka	1,0	0,01	1,000	0,010	0,146
	Pustka powietrzna					
	Deska sosnowa	2,5	0,03	0,160	0,156	
	Pustka powietrzna	15,0	0,15		0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,03	0,160	0,156	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,01	0,820	0,012	
	Włna mineralna	24,0	0,24	0,040	6,000	
	Deska sosnowa	2,5	0,03	0,160	0,156	
	$R$				6,641	
	$R_{si}$				0,100	
	$R_{se}$				0,100	
	$R_T$				6,841	
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1] (bud. główny i sala gimnastyczna)</b>	Tynk cem.wap.	2,0	0,02	0,820	0,024	0,347
	Styropian	8,0	0,08	0,040	2,000	
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,51	0,770	0,662	
	Tynk cem.wap.	2,0	0,02	0,820	0,024	
	$R$				2,711	
	$R_{si}$				0,130	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				2,881	
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-2] (dobudowa)</b>	Tynk cem.wap.	2,0	0,02	0,820	0,024	0,347
	Styropian	8,0	0,08	0,040	2,000	
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,51	0,770	0,662	
	Tynk cem.wap.	2,0	0,02	0,820	0,024	
	$R$				2,711	
	$R_{si}$				0,130	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				2,881	
<b>Podłoga na gruncie (bud. główny)</b>	Gres	2,0	0,02	1,050	0,019	0,345
	Gładź cement.	3,0	0,03	1,000	0,030	
	Beton	10,0	0,10	1,000	0,100	
	Papa asfaltowa	0,5	0,01	0,180	0,028	
	Beton	10,0	0,10	1,000	0,100	
	Piasek średni	20,0	0,20	0,400	0,500	
	Grunt	20,0	0,20	1,740	0,115	
	$R$				0,892	
	Opór zastępczy gruntu				2,006	
$R_T$				2,898		

<b>Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)</b>	Parkiet	2,5	0,03	0,160	0,156	0,425
	Pustka powietrzna	3,2	0,03	0,000	0,160	
	Beton	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				0,781	
	Opór zastępczy gruntu				1,569	
	R <sub>T</sub>				2,350	
<b>Podłoga na gruncie (dobudowa)</b>	Płytki ceramiczne	1,0	0,01	1,000	0,010	0,424
	Gładź cement.	3,5	0,04	1,000	0,035	
	Papa asfaltowa	0,5	0,01	0,180	0,028	
	Beton	10,0	0,10	1,000	0,100	
	Piasek średni	20,0	0,20	0,400	0,500	
	Grunt	20,0	0,20	1,740	0,115	
	R				0,788	
	Opór zastępczy gruntu				1,569	
	R <sub>T</sub>				2,357	
<b>Okna</b>				U <sub>0</sub>	Wsp.	U
				[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/m <sup>2</sup> K]
				1,300	1,000	1,300
<b>Drzwi wejściowe</b>				1,700	1,000	1,700



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

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza		
		obecnie	docelowo	
Kubatura wentylowana $V_{ve}$	[m <sup>3</sup> ]	10 388,52		
Powierzchnia ogrzewana $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	3 025,35		
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]	1,69		
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m <sup>3</sup> /s]	0,58	0,58	
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /s]	2,27	2,27	
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]	2,27	2,27	
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /h]	8 177	8 177	
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	2 726	2 726	
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,79	0,79	

**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		10 389	0,5			5 194,3

## Z-5 Projektowana strata ciepła

### Projektowana strata ciepła przed modernizacją

Przegroda	A	U	$b_u$	$H_t$	$\Delta\Theta$	$\Phi$
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/K]	[°C]	[kW]
Stropodach (dobudowa)	336,00	0,244	1,0	82	44	3,61
Strop poddasza (bud. główny i sala gimnastyczna)	1 184,00	1,461	0,9	1 556		68,48
Ściana zewnętrzna [SZ-1] (bud. główny i sala gimnastyczna)	1 292,00	0,347	1,0	448		19,73
Ściana zewnętrzna [SZ-2] (dobudowa)	409,00	0,347	1,0	142		6,25
Okna	428,42	1,300	1,0	557		24,51
Drzwi wejściowe	6,22	1,700	1,0	11		0,47
Podłoga na gruncie (bud. główny)	1184,00	0,345	1,0	409		17,98
Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)	298,00	0,425	1,0	127		5,58
Podłoga na gruncie (dobudowa)	336,00	0,424	1,0	143		6,27
Mostki liniowe	l	$\psi$	□			
	[m]	[W/mK]				
	1166,52	0,150	1,0	175		7,70
Ogółem				3 649		160,56
Wentylacja		$V_1$	$\rho^*c_p$	$H_v$		
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]		
		5 194	0,34	1766	77,71	
OGÓLEM					238,27	

Projektowana strata ciepła po modernizacji

Przeroda	A	U	$b_u$	$H_{tr}$	$\Delta\Theta$	$\Phi$
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/K]	[°C]	[kW]
Stropodach (dobudowa)	336,00	0,244	1,0	82	44	3,61
Strop poddasza (bud. główny i sala gimnastyczna)	1184,00	0,146	0,9	156		6,85
Ściana zewnętrzna [SZ-1] (bud. główny i sala gimnastyczna)	1292,00	0,347	1,0	448		19,73
Ściana zewnętrzna [SZ-2] (dobudowa)	409,00	0,347	1,0	142		6,25
Okna	428,42	1,300	1,0	557		24,51
Drzwi wejściowe	6,22	1,700	1,0	11		0,47
Podłoga na gruncie (bud. główny)	1184,00	0,345	1,0	409		17,98
Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)	298,00	0,425	1,0	127		5,58
Podłoga na gruncie (dobudowa)	336,00	0,424	1,0	143		6,27
Mostki liniowe	l	$\psi$	□			
	[m]	[W/mK]				
	1166,52	0,150	1,0	175		7,70
Ogółem				2 249		98,94
Wentylacja		$V_1$	$\rho^*c_p$	$H_v$		
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]		
		5 194	0,34	1766	77,71	
OGÓLEM						176,64

### Z-6 Roczne zapotrzebowanie 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 (dobudowa)	81,97	[MJ]	5 577	4 977	4 676	3 081	1 176	1 161	2 920	3 909	4 962	32 440
Strop poddasza (bud. gł., sala gimn.)	1556,31	[MJ]	105 878	94 502	88 788	58 492	22 321	22 052	55 440	74 225	94 206	615 906
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	448,44	[MJ]	30 508	27 230	25 583	16 854	6 432	6 354	15 975	21 387	27 145	177 467
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	141,96	[MJ]	9 658	8 620	8 099	5 335	2 036	2 011	5 057	6 770	8 593	56 180
Okna	556,94	[MJ]	37 890	33 819	31 774	20 932	7 988	7 892	19 840	26 562	33 713	220 409
Drzwi wejściowe	10,57	[MJ]	719	642	603	397	152	150	377	504	640	4 185
Podłoga na gruncie (bud. główny)	408,59	[MJ]	27 797	24 810	23 310	15 356	5 860	5 790	14 555	19 487	24 733	161 698
Podłoga na gruncie (sala gimn.)	126,80	[MJ]	8 626	7 699	7 234	4 766	1 819	1 797	4 517	6 047	7 675	50 180
Podłoga na gruncie (dobudowa)	142,57	[MJ]	9 699	8 657	8 134	5 358	2 045	2 020	5 079	6 800	8 630	56 422
Mostki liniowe	174,98	[MJ]	11 904	10 625	9 982	6 576	2 510	2 479	6 233	8 345	10 592	69 247
Straty przez przegrody		[MJ]	248 256	221 583	208 183	137 149	52 337	51 707	129 992	174 038	220 889	1 444 133
Wentylacja	2 725,60	[MJ]	185 426	165 504	155 495	102 439	39 092	38 621	97 093	129 992	164 986	1 078 648
Całkowite przenoszenie ciepła		[MJ]	433 682	387 086	363 678	239 588	91 429	90 328	227 086	304 029	385 875	2 522 781
Zyski słoneczne		[MJ]	14 028	18 008	33 285	54 212	72 778	44 336	25 779	12 709	9 402	284 537
Zyski wewnętrzne		[MJ]	38 085	34 399	38 085	36 856	38 085	36 856	38 085	36 856	38 085	335 390
Razem zyski		[MJ]	52 112	52 407	71 370	91 068	110 862	81 192	63 864	49 565	47 487	619 926
Stosunek zysków do przenoszenia			0,1202	0,1354	0,1962	0,3801	1,2126	0,8989	0,2812	0,1630	0,1231	0,2457
Typ budynku			bardzo ciężki (370 000)									
Powierzchnia ogrzewana		[m <sup>2</sup> ]	3 299									
Pojemność cieplna		[J/K]	1 220 737 300									
Stała czasowa		[h]	53									
Metoda obliczeniowa			miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$			1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$		[h]	15									
Parametr numeryczny $a_H$			4,55									
Parametr numeryczny $a_H + 1$			5,55									
$\eta$			0,9999	0,9999	0,9995	0,9923	0,7330	0,8605	0,9977	0,9998	0,9999	
Zyski ciepła		[MJ]	52 109	52 402	71 335	90 370	81 266	69 864	63 720	49 554	47 484	578 104
Zapotrzebowanie ciepła		[MJ]	381 573	334 685	292 344	149 218	10 163	20 464	163 366	254 475	338 391	1 944 677

## 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 (dobudowa)	81,97	[MJ]	5 577	4 977	4 676	3 081	1 176	1 161	2 920	3 909	4 962	32 440
Strop poddasza (bud. gł., sala gimn.)	155,77	[MJ]	10 597	9 459	8 887	5 854	2 234	2 207	5 549	7 429	9 429	61 645
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	448,44	[MJ]	30 508	27 230	25 583	16 854	6 432	6 354	15 975	21 387	27 145	177 467
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	141,96	[MJ]	9 658	8 620	8 099	5 335	2 036	2 011	5 057	6 770	8 593	56 180
Okna	556,94	[MJ]	37 890	33 819	31 774	20 932	7 988	7 892	19 840	26 562	33 713	220 409
Drzwi wejściowe	10,57	[MJ]	719	642	603	397	152	150	377	504	640	4 185
Podłoga na gruncie (bud. główny)	408,59	[MJ]	27 797	24 810	23 310	15 356	5 860	5 790	14 555	19 487	24 733	161 698
Podłoga na gruncie (sala gimn.)	126,80	[MJ]	8 626	7 699	7 234	4 766	1 819	1 797	4 517	6 047	7 675	50 180
Podłoga na gruncie (dobudowa)	142,57	[MJ]	9 699	8 657	8 134	5 358	2 045	2 020	5 079	6 800	8 630	56 422
Mostki liniowe	174,98	[MJ]	11 904	10 625	9 982	6 576	2 510	2 479	6 233	8 345	10 592	69 247
Straty przez przegrody		[MJ]	152 975	136 539	128 282	84 511	32 250	31 862	80 101	107 242	136 111	889 872
Wentylacja	2 725,60	[MJ]	185 426	165 504	155 495	102 439	39 092	38 621	97 093	129 992	164 986	1 078 648
Całkowite przenoszenie ciepła		[MJ]	338 401	302 043	283 777	186 950	71 342	70 482	177 194	237 233	301 097	1 968 520
Zyski słoneczne		[MJ]	14 028	18 008	33 285	54 212	72 778	44 336	25 779	12 709	9 402	284 537
Zyski wewnętrzne		[MJ]	38 085	34 399	38 085	36 856	38 085	36 856	38 085	36 856	38 085	335 390
Razem zyski		[MJ]	52 112	52 407	71 370	91 068	110 862	81 192	63 864	49 565	47 487	619 926
Stosunek zysków do przenoszenia			0,1540	0,1735	0,2515	0,4871	1,5540	1,1519	0,3604	0,2089	0,1577	0,3149
Typ budynku			bardzo ciężki (370 000)									
Powierzchnia ogrzewana		[m <sup>2</sup> ]	3 299									
Pojemność cieplna		[J/K]	1 220 737 300									
Stała czasowa		[h]	68									
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>			5,54									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub> + 1			6,54									
η			1,0000	0,9999	0,9996	0,9904	0,6224	0,7815	0,9978	0,9999	1,0000	
Zyski ciepła		[MJ]	52 111	52 404	71 344	90 194	69 004	63 454	63 721	49 559	47 485	559 276
Zapotrzebowanie ciepła		[MJ]	286 290	249 638	212 433	96 756	2 338	7 028	113 473	187 675	253 612	1 409 244

## Z-8 Sprawności systemu grzewczego.

### Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			miejska sieć ciepłownicza
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,93	węzeł cieplny
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	$\eta_0$	0,573	
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			miejska sieć ciepłownicza
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,93	węzeł cieplny
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	$\eta_0$	0,737	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	$w_t$	0,90	obniżenie tygodniowe
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	$w_d$	0,95	obniżenie nocne

**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>	3025,35	3025,35
Liczba użytkowników	osoba	387	387
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	25 447,5	25 447,5
	GJ/rok	91,6	91,6
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	26 507,8	26 507,8
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	95,4	95,4
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m <sup>3</sup> /h	0,172	0,172
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,178	2,178
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	20,4	20,4
Średnia moc c.w.u.	kW	9,4	9,4
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 379 sztuk opraw o łącznej mocy 27 336 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 [m<sup>2</sup>].

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

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

gdzie:

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

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

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

Powierzchnia użytkowa $A_f$	Moc zainstalowanych opraw oświetleniowych $P_{rzecz}$	Moc jednostkowa $P_N$		Czas użytkowania oświetlenia $t$
		przed modernizacją	po modernizacji	
[m <sup>2</sup> ]	[W]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[h/rok]
3 025,35	27 336	9,04	6,10	2 000



	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	18,08	12,20
Zużycie energii do oświetlenia E <sub>L</sub>	[kWh/rok]	54 698,33	36 909,27
Cena energii elektrycznej	[zł/kWh]	0,79	0,79
Koszt energii elektrycznej	[zł/rok]	43 211,68	29 158,32
Oszczędność zużycia energii	[kWh/rok]	17 789,06	
	[%]	32,52	
Oszczędność kosztów	[zł/rok]	14 053,36	
Nakłady inwestycyjne	[zł]	234 980,00	
SPBT	[lata]	16,72	

Z przeprowadzonej analizy wynika, że przedsięwzięcie modernizacyjne polegające na wymianie oświetlenia wewnętrznego zwróci się w ciągu 16,72 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	3 025,35	3 403,52	12,25	2 688,78
	Regulacja węzła cieplnego	0,07	8 760	3 025,35	1 855,14	6,68	1 465,56
ogółem					5 258,66	18,93	4 154,34

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	3 025,35	3 403,52	12,25	2 688,78
	Regulacja węzła cieplnego	0,07	8 760	3 025,35	1 855,14	6,68	1 465,56
ogółem					5 258,66	18,93	4 154,34

## 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). Ze względu na to, iż obecna ciepłownia węglowa, z której zasilany jest węzeł cieplny znajdujący się w budynku, zostanie w ramach modernizacji przekształcona w ciepłownię opalaną biomasą, dla stanu przed modernizacją przyjęto wskaźnik emisji WE dla węgla kamiennego równy 94,10 kg/GJ, natomiast dla stanu po modernizacji przyjęto wskaźnik WE równy 0.

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	
sieć miejska	4 412,93	-	94,10	415,26	245,36	-	0,00	0,00		
energia elektryczna	-	86,47	765,0	66,15		68,67	765,0	52,53		
ogółem				<b>481,41</b>				<b>52,53</b>	<b>428,88</b>	<b>89,09</b>

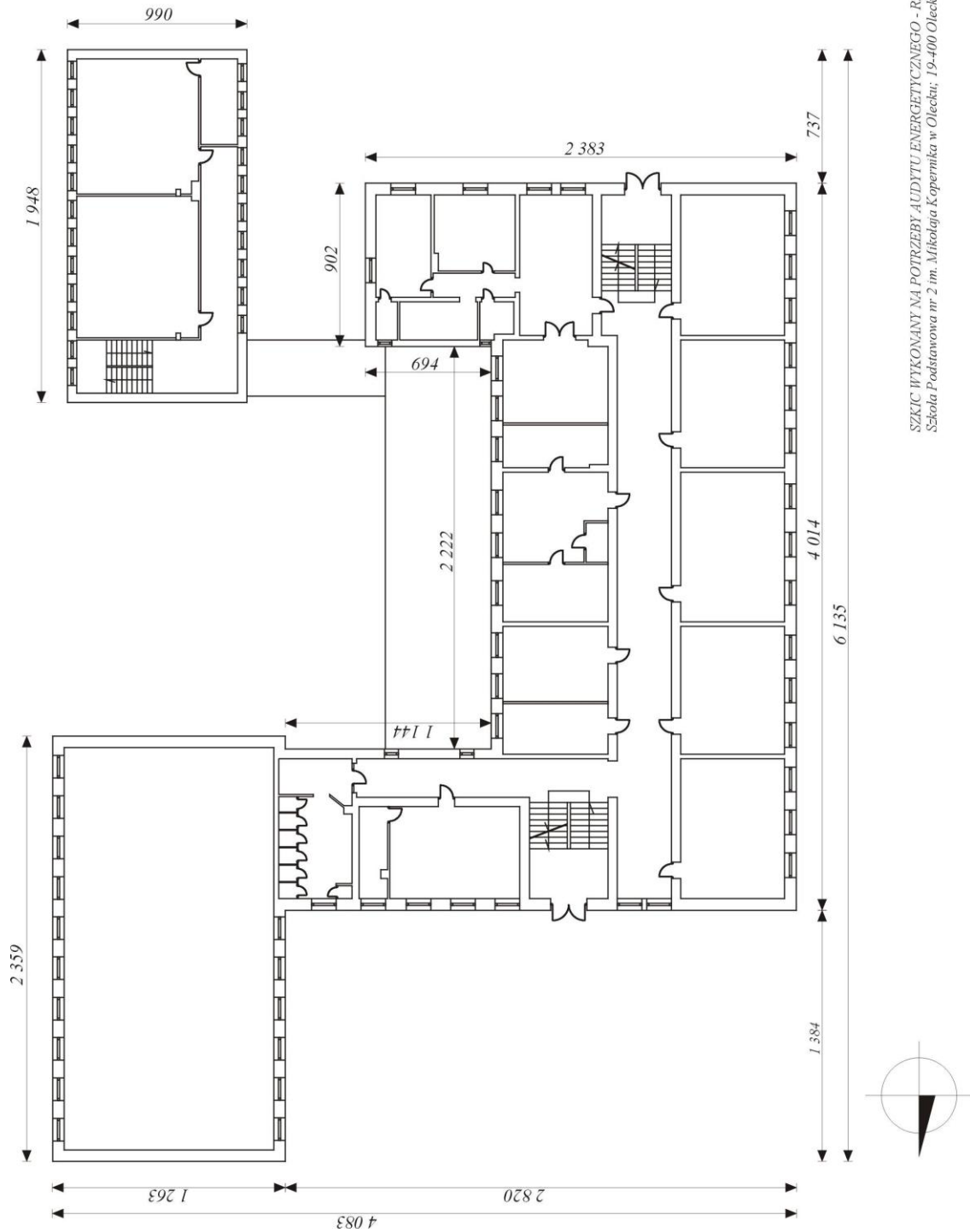
### Z-13 Podsumowanie

Powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]	3 025,35
Powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]	145,45
Procentowy udział powierzchni przedszkolnej	4,81

Lp.	Zakres	Jednostka	Obmiar	Cena jednostkowa [zł]	Nakłady brutto [zł]
1.	Ocieplenie stropu poddasza szkoły i sali gimnastycznej wełną mineralną o grubości 24 cm i wykonanie deskowania	[m <sup>2</sup> ]	1 066,00	280,00	298 480,00
2.	Modernizacja instalacji c.o.: wymiana i izolacja rurociągów, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych	[szt.]	170	3 600,00	612 000,00
3.	Wymiana oświetlenia na oprawy LED	[szt.]	379	620,00	234 980,00
4.	Montaż Systemu Zarządzania Energią	[kpl]	1		50 000,00
	Ogółem nakłady dla całości obiektu	[zł]			1 195 460,00
	Nakłady na część przedszkolną	[zł]			57 501,63
	Ogółem nakłady bez części przedszkolnej	[zł]			1 137 958,37

Wskaźniki projektu		Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność	Oszczędność [%]
Energia końcowa dla całości obiektu	[GJ]	3 705,84	1 883,00	1 822,84	49,19
Energia końcowa bez części przedszkolnej	[GJ]	3 527,59	1 792,43	1 735,16	49,19
Emisja CO <sub>2</sub> dla całości obiektu	[Mg]	481,41	52,53	428,88	89,09
Emisja CO <sub>2</sub> bez części przedszkolnej	[Mg]	458,25	50,00	408,25	89,09
Energia pierwotna dla całości obiektu (h+w)	[kWh]	1 305 338,01	147 680,28	1 157 657,73	88,69
Energia pierwotna bez cz. przedszkolnej (h+w)	[kWh]	1 242 551,25	140 576,86	1 101 974,39	88,69
EP <sub>h+w</sub> dla całości obiektu	[kWh/m <sup>2</sup> rok]		48,81		
EP <sub>h+w</sub> bez części przedszkolnej	[kWh/m <sup>2</sup> rok]		48,81		
EP <sub>L</sub> dla całości obiektu	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	54,24	36,60	17,64	
EP <sub>L</sub> bez części przedszkolnej	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	51,63	34,84	16,79	

## Z-14 Rysunki



SZKIC WYKONANY NA POTRZEBY AUDYTU ENERGETYCZNEGO - Rzut parteru  
Szkoła Podstawowa nr 2 im. Mikołaja Kopernika w Olecku, 19-400 Olecko ul. Słowiańska 1