

**AUDYT ENERGETYCZNY  
BUDYNKU ZESPOŁU SZKÓŁ  
przy ul. Warszawskiej 2  
w Ostrówku**



**Warszawa, styczeń 2015**

**1 STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU****1. Dane identyfikacyjne budynku**

<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Budynek szkolny	<b>1.2 Rok rozpoczęcia budowy</b>	1938; 1983; 1993; 1998; 2005
<b>1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres)</b>	Gmina Klembów ul. Gem. Fr. Żymirskiego 38 05-205 Klembów	<b>1.4 Adres budynku</b>	ZS Ostrówek ul. Warszawska 2 05-205 Klembów

**2. Nazwa, adres i nr REGON podmiotu wykonującego audyt:**


Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A., regon 010691500,  
ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa; tel. 22 50 54 661

**3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis :**

dr inż. Andrzej Wiszniewski, 56091506051, audytor  
KAPE 0005, ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa

*Andrzej Wiszniewski*  


**4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje:**

Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	inż. Tomasz Kułakowski	Inwentaryzacja instalacyjno-budowlana, model energetyczny	

<b>5. Miejscowość:</b>	Warszawa	<b>data wykonania opracowania:</b>	2016-01-15
------------------------	----------	------------------------------------	------------

**6. Spis treści**

1	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku .....	1
2	Karta audytu energetycznego budynku .....	2
3	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora .....	4
4	Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku .....	6
5	Ocena aktualnego stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	12
6	Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji .....	14
7	Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizacyjnych algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami sporządzonymi wg metody kalkulacji uproszczonej .....	15
8	Opis techniczny, niezbędne szkice i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji .....	29
9	Załączniki do audytu .....	31



**2 KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU**

1. Dane ogólne		Stan przed termomod.	Stan po termomod.
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	3+ piwnice z szatniami	bez zmian
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	11853,40	bez zmian
4.	Powierzchnia netto (ogrzewana) budynku [m <sup>2</sup> ]	3247,50	bez zmian
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0,00	bez zmian
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	3247,50	bez zmian
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	bez zmian
8.	Liczba osób użytkujących budynek	Uczniowie: Szkoła – 367 Przedszkole – 75 Pracownicy: 52	bez zmian
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Podgrzewacz gazowy pojemnościowy; podgrzewacz elektryczny przepływowy; punktowe podgrzewacze elektryczne	bez zmian
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	trzy kotły gazowe	bez zmian
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,27	bez zmian
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m<sup>2</sup>K)</b>			
1.	Drzwi zewnętrzne	<b>2,600</b>	<b>1,300</b>
2.	Okno zewnętrzne drewniane	<b>2,530</b>	<b>0,900</b>
3.	Okno zewnętrzne PCV	2,200	2,200
4.	Okno połaciowe drewniane	2,600	2,600
5.	Podłoga na gruncie w sali sportowej i łączniku	0,258	0,258
6.	Podłoga na gruncie w korpusie głównym	0,434	0,434
7.	Strop zewnętrzny nad korpusem głównym	0,279	0,279
8.	Strop zewnętrzny nad łącznikiem	0,247	0,247
9.	Strop zewnętrzny nad salą sportową	0,299	0,299
10.	Ściana zewnętrzna – część stara	<b>0,822</b>	<b>0,183</b>
11.	Ściana zewnętrzna – korpus główny	<b>1,194</b>	<b>0,197</b>
12.	Ściana zewnętrzna – sala sportowa i łącznik	<b>0,388</b>	<b>0,147</b>
13.	Ściana zewnętrzna – nadbudówka	<b>1,202</b>	<b>0,197</b>
14.	Ściana w gruncie	0,796	0,796
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	0,89	0,95
2.	Sprawność przesyłu	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,81	0,88
4.	Sprawność akumulacji	0,99	1,00
5.	Ogólna sprawność systemu dystrybucji ciepła	<b>0,68</b>	<b>0,80</b>
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia (5 dni)	0,85	0,85
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby (12 h)	0,91	0,91
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	0,88	0,91
2.	Sprawność przesyłu	0,66	0,85
3.	Sprawność akumulacji	0,76	0,89
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
5.	Sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	<b>0,44</b>	<b>0,68</b>



5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji ( naturalna, mechaniczna )	Naturalna, w Sali sportowej mechaniczna wywiewna	Naturalna, w Sali sportowej mechaniczna wywiewna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna / kratki went.	Okna / kratki went.
3.	Strumień powietrza zewnętrznego <sup>1)</sup> [m <sup>3</sup> /h]	9 505,00	7 166,77
4.	Krotność wymian [1/h]	0,80	0,60
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	223,28	156,40
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	17,25	17,25
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	955,12	263,19
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 084,78	253,66
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu <sup>2)</sup> [GJ/rok]	223,54	144,20
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) <sup>3)</sup> [GJ/rok]	1 100,29	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) <sup>4)</sup> [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	81,70	22,50
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	92,79	21,69
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu) <sup>5)</sup>			
Centralne ogrzewanie			
1.	Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	56,17	56,17
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	5486,17	5486,17
3..	Abonament [zł/mc]	148,83	148,83
Ciepła woda użytkowa (gaz/en.el)			
4.	Koszt przygotowania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m <sup>3</sup> ]	21,91	13,61
5.	Koszt za 1GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	56,17 / 161,54	56,17 / 161,54
6.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	5 486,16 / 4 846,20	5 486,16 / 4 846,20
7.	Abonament [zł/mc]	0,00	0,00
8.	Miesięczny koszt ogrzania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	1,99	1,75
9.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	148,83	148,83
10.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	nie dotyczy	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	69,6%
Planowane koszty całkowite [zł]	1 527 621,77	Premia termomodernizacyjna [zł]	nie dotyczy
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	58 959,53		

- 1) - Wyliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 9.3
- 2) - Zużycie CWU wg obliczeń przedstawionych w załączniku nr 9.2.
- 3) - zmierzone zużycie policzono z uwzględnieniem obniżenia temperatur w okresach dni świąt i ferii zmniejszających długość sezonu grzewczego –  $S_d = 3035 \text{ dzień} \cdot K$  (standardowo  $S_d = 3686 \text{ dzień} \cdot K$ )
- 4) - w szkole istnieją trzy nieopomiarowane systemy przygotowania CWU, przez co podanie wartości zmierzonego zużycia nie było możliwe
- 5) - Wyliczenie opłat w załączniku nr 9.1.



### **3 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA**

#### **Cel pracy**

Podstawowym celem jest optymalizacja zakresu inwestycji termomodernizacji budynku.

Opracowanie w części merytorycznej swoim zakresem obejmuje:

- ocenę stanu istniejącego budynku pod kątem izolacyjności cieplnej przegród,
- ocenę stanu istniejących wewnętrznych instalacji ogrzewczych wraz ze źródłem ciepła,
- propozycję rozwiązań termomodernizacyjnych pozwalających na zmniejszenie zużycia ciepła w rozpatrywanym budynku,
- procedurę wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Realizacja powyższych przedsięwzięć ma prowadzić do zmniejszenia kosztów ogrzewania w rozpatrywanym obiekcie.

#### **Dokumentacja projektowa**

- Inwentaryzacja budynku z 1993 r.
- Projekt rozbudowy z 1993 r.
- Projekt rozbudowy z 1998 r.

#### **Inne dokumenty**

- wizja lokalna z dnia 23.12.2015 r.,
- faktury za zużycie ciepła,
- aktualne ceny nośnika ciepła,
- normy i rozporządzenia:
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych*.
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 października 2015 r zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.



- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” dalej zwane *Warunkami Technicznymi*.
- Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2008 "Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń".
- PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania".
- PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne".
- Polska Norma PN-EN 12831:2006 "„Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
- Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia".

### **Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (zlecniodawcy)**

Zlecniodawca podał następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu:

- należy rozpatrywać spełnienie wymagań WT 2021,
- należy rozważyć ocieplenie przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne),
- należy rozważyć wymianę okien drewnianych z szybą zespoloną na nowe okna PCV,
- należy rozważyć wymianę instalacji c.o. (całkowita wymiana instalacji wraz ze źródłem ciepła),
- należy rozważyć wymianę instalacji c.w.u (wymiana instalacji wraz z częściową zmianą źródła ciepła – w stanie istniejącym instalacja regularnie się zapycha),
- w wyniku przeprowadzonych prac należy obniżyć koszty ogrzewania budynku, zmniejszyć emisję zanieczyszczeń poprzez zmniejszenie zużycia ciepła na cele c.o. i c.w.u.



**Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów  
przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do  
zaciągnięcia lub kwota dotacji:**

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Nie dotyczy	zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora lub kwota dofinansowania przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Nie dotyczy	zł

#### **4 INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA BUDYNKU**

##### **Dane ogólne**

Adres:	ul. Warszawska 2, Klembów
Właściciel:	Gmina Klembów
Rok budowy	1938
Technologia	tradycyjna
Powierzchnia zabudowy	m <sup>2</sup> 1 579,00
Powierzchnia netto budynku	m <sup>2</sup> 3 247,50
Kubatura ogrzewana budynku	m <sup>3</sup> 11 853,40
Współczynnik kształtu A/V	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> 0,27
Wysokość kondygnacji w świetle	m 2.1; 3.2; 4,7; 6,85
Liczba użytkowników	os. 442 uczniów i 52 pracowników

##### **Uproszczona dokumentacja budynku.**

Rysunki i zdjęcia budynku zostały zamieszczone w załączniku nr 9.4 i 9.8

##### **Opis techniczny podstawowych elementów budynku - konstrukcja**

Budynek trzy kondygnacyjny, podpiwniczony. W piwnicy znajdują się pomieszczenia ogrzewane np. szatnie. Ściany zewnętrzne:

- ściany piwnic wykonane są z cegły ceramicznej pełnej – grubość 42 cm,
- ściany części starej wykonane są z cegły dziurawki – grubość 63 cm,
- ściany korpusu głównego wykonane są z cegły dziurawki – grubość 42 cm,
- ściany sali sportowej i łącznika wykonane są z cegły dziurawki i ocieplone styropianem o grubości 8 cm – grubość 47,5 cm.



Budynek przekryty jest trzema rodzajami stropów:

- nad salą sportową płyty warstwowe o grubości 16 cm wypełnione wełną mineralną,
- nad łącznikiem strop drewniany wypełniony 18 cm wełny mineralnej,
- nad korpusem głównym i częścią starą strop drewniany wypełniony wełną mineralną o grubości 16 cm.

Opis techniczny podstawowych elementów budynku - stolarka okienna i drzwiowa:

W budynku znajdują się trzy rodzaje okien. Najwięcej jest okien w ramie drewnianej z szybą zespoloną, jednokomorową z lat 90. Okna, które wymagały wymiany zostały zastąpione przez okna PCV z szybą zespoloną jednokomorową (około 5 lat temu). Dodatkowo w ramach ostatniej rozbudowy zamontowano 49 okien połaciowych w ramie drewnianej z szybą zespoloną jednokomorową.

## **Charakterystyka energetyczna budynku**

### **4.1.1 Zapotrzebowanie na moc i ciepło na potrzeby systemu grzewczego**

Obliczenia rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym wykonano na podstawie Polskiej Normy PN-EN ISO 13790:2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia".

Obliczenia szczytowej mocy grzewczej dla całego budynku wykonano zgodnie z normą PN-EN 12831 "Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".

W/w obliczenia wykonano przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur oraz średnich miesięcznych wartości natężenia promieniowania słonecznego (ze stacji IMiGW) wg danych opublikowanych na stronie Biuletynu Informacji Publicznej.

Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego Audytor OZC Pro6.6. Wyniki zamieszczono w załączniku 9.9.

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- PN-EN ISO 6946 „Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- PN-82/B-02403 „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne”.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”.





Moc zamówiona na cele ogrzewania	MW	0,2190
Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,2233
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	955,12
Ogólna sprawność systemu ogrzewania	-	68%
Obniżenie nocne	-	91%
Obniżenie tygodniowe	-	85%
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 084,78

#### 4.1.2 Roczny koszt ogrzewania budynku

Ceny z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzania audytu. Wyliczenie opłat zamieszczono w załączniku nr 0.

Oz	zł/GJ	56,17
Om	zł/MW/mc	5486,17
A <sub>b0</sub>	zł/mc	148,83
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,2233
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 084,78
Roczna opłata zmienna	zł/rok	60 930,91
Roczna opłata stała	zł/rok	14 699,49
Roczny koszt abonamentu	zł/rok	1 785,96
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	<b>77 416,37</b>

#### 4.1.3 Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej

Ceny z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzania audytu. Wyliczenie opłat zamieszczono w załączniku nr 0.

System		Podgrzewacz gazowy	Podgrzewacz elektryczny przepływowy	Podgrzewacze elektryczne punktowe
Udział *	[%]	ok. 70%	ok. 15%	ok. 15%
Oz	zł/GJ	5 486,17	4 846,20	4 846,20
Om	zł/MW/mc	56,17	161,54	161,54
A <sub>b0</sub>	zł/rok	0,00	0,00	0,00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	MW	0,0120	0,0025	0,0027
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	155,94	32,61	34,99
Roczna opłata zmienna	zł/rok	792,17	146,33	157,01
Roczna opłata stała	zł/rok	8 758,90	5 267,60	5 652,14



Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0	0	0
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	<b>9 551,07</b>	<b>5 413,93</b>	<b>5 809,15</b>
Łączne roczne koszty przygotowanie ciepłej wody użytkowej	zł/rok			<b>20 774,14</b>

\*) Udział poszczególnych systemów policzono na podstawie powierzchni użytkowej przez nie obsługiwaną zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury ws. metodologii wyznaczania świadectw charakterystyki energetycznej budynków.

#### 4.1.4 Roczny koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	77 416,37
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	20 774,14
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	<b>98 190,51</b>

#### Charakterystyka systemu grzewczego

Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
Typ instalacji	Tradycyjna, pompowa, dwururowa z rozdziałem dolnym, częściowo otwarta (jeden kocioł)
Parametry instalacji	70/55 °C
Przewody w instalacji	Dla kotłów o mocach 80 kW i 100 kW stalowe, czarne, spawane Dla kotła o mocy 39,3 kW przewody miedziane
Rodzaje grzejników	Grzejniki żeliwne, stalowe płytowe, Fawier
Oslonięcie grzejników	Brak
Zawory termostaticzne	Częściowo (zamontowane są na obiegach grzewczych kotłów 80 kW i 39,3 kW)
Zawory podpionowe	Brak
Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	5 dni / 14 godzin dziennie
Modernizacja instalacji po 1984 r.	Częściowo tak

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli poniżej.

L.p.	Opis	Wartości współczynników sprawności	
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,89
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e$	0,81
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	0,99
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	$\eta_{tot}$	<b>0,68</b>
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t$	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	0,91



## Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

sprawność wytwarzania ciepła $\eta_g$	<p>18% - kocioł gazowy kondensacyjny (70/55) o mocy do 50 kW – 0,91</p> <p>46 % - kocioł na paliwo gazowe z otwartą komorą spalania i dwustawną regulacją procesu spalania – 0,86</p> <p>36% - kocioł niskotemperaturowy na paliwo gazowe z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modułowanym – 0,91</p>
sprawność przesyłu $\eta_d$	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej – 0,96
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	<p>64 % - Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej – 0,77</p> <p>36 % - Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P -2K – 0,88</p>
sprawność akumulacji $\eta_s$	<p>82% - brak zbiornika buforowego</p> <p>18% - zbiornik w systemie 70/55°C w przestrzeni ogrzewanej</p>
Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	Przerwy w ogrzewaniu – 5 dni pracy
Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	Przerwy w ogrzewaniu 12 h

\*) udział poszczególnych systemów został rozdzielony po mocy zainstalowanej

## Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
Typ źródła ciepła	Podgrzewacz gazowy ze zbiornikiem, podgrzewacz elektryczny przepływowy, punktowe podgrzewacze elektryczne
Stan techniczny	Podgrzewacze gazowy i elektryczny wymagają modernizacji. Punktowe podgrzewacze elektryczne przy sali sportowej nie wymagają modernizacji.
Ocieplenie przewodów	brak
Wodomierze	brak



Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli poniżej.

L.p.	Opis	Wartości współczynników sprawności	
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_{gw}$	0,88
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_{dw}$	0,66
3	Akumulacja ciepła	$\eta_{sw}$	0,76
4	Wykorzystanie	$\eta_{ew}$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	$\eta_{totw}$	<b>0,44</b>

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{gw}$	70% - kocioł niskotemperaturowy o mocy do 50 kW – 0,83 15% + 15% - elektryczny podgrzewacz przepływowy – 0,99
sprawność przesyłu $\eta_{dw}$	70% + 15% - system bez obiegów cyrkulacyjnych – 0,60 15% - podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru – 1,0
sprawność akumulacji $\eta_{sw}$	70% - zasobnik ciepłej wody użytkowej w systemie przygotowania CWU wyprodukowany w latach 1995-2000 – 0,65 15% + 15% - brak zbiornika buforowego -1,0

### Charakterystyka źródła ciepła (węzła cieplnego lub kotłowni)

Budynek wyposażony jest w trzy źródła ciepła – kocioł gazowy z otwartą komorą spalania (100kW), kocioł gazowy z zamkniętą komorą spalania (80 kW) i kocioł gazowy kondensacyjny (39,3 kW).

### Charakterystyka systemu wentylacji

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. W sali sportowej dodatkowo zainstalowana jest wentylacja mechaniczna wywiewna włączana ręcznie przez użytkowników głównie w okresie letnim.

## 5 OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU W ZAKRESIE ISTOTNYM DLA WSKAZANIA WŁAŚCIWYCH ULEPSZEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH

### Przegrody zewnętrzne

Poniżej podano charakterystykę cieplną przegród zewnętrznych i wartości wymagane.

Przegroda	Wartości obliczone	Wartości wymagane <sup>1)</sup>
	$U_0$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{max}$ [W/m <sup>2</sup> K]
Podłoga na gruncie w sali sportowej i łączniku	0,258	0,300
Podłoga na gruncie w korpusie głównym	0,434	0,300
Dach nad korpusem głównym	0,279	0,150
Dach zewnętrzny nad łącznikiem	0,247	0,150
Strop zewnętrzny nad salą sportową	0,299	0,150
Ściana zewnętrzna – część stara	0,822	0,200
Ściana zewnętrzna – korpus główny	1,194	0,200
Ściana zewnętrzna – sala sportowa i łącznik	0,388	0,200
Ściana zewnętrzna – nadbudówka	1,202	0,200
Ściana zewnętrzna – w gruncie, piwnica	0,796	0,200

1) – wartości wymagane wg wytycznych Inwestora dla Warunków Technicznych obowiązujących od 2021 r., przy  $t_i \geq 16^\circ\text{C}$

W audycie zostało rozpatrzone ocieplenie ścian zewnętrznych, ponieważ charakteryzują się one niewystarczającą izolacyjnością cieplną i złym stanem technicznym (odpadający tynk). Ze względu na brak możliwości technicznych docieplenia podłóg na gruncie nie rozpatruje się ich modernizacji. Dobre parametry izolacyjności termicznej i stan techniczny powoduje, że dachy nie wymagają modernizacji. Z uwagi na zagospodarowane otoczenie budynku (chodnik na całej długości ściany w gruncie, podjazdy dla niepełnosprawnych, schody i wejścia do budynku) powodujące znaczne koszty modernizacji nie rozpatruje się docieplenia ściany w gruncie.

### Okna i drzwi

Poniżej podano charakterystykę cieplną okien i drzwi zewnętrznych oraz wartości wymagane.

Przegroda	Wartości przyjęte	Wartości wymagane
	$U_0$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{max}$ <sup>1)</sup> [W/m <sup>2</sup> K]
Drzwi zewnętrzne	2,600	1,300
Okno zewnętrzne drewniane	2,530	0,900
Okno zewnętrzne PCV	2,200	0,900
Okno połaciowe drewniane	2,600	1,100

1) – wartości wymagane wg wytycznych Inwestora dla Warunków Technicznych obowiązujących od 2021 r.



Proponuje się wymianę okien w ramie drewnianej na nowe okna PCV oraz wymianę drzwi zewnętrznych na nowe drzwi PCV. Z uwagi na dobry stan techniczny okien połączonych nie proponuje się modernizacji.

### **Wentylacja**

We wszystkich pomieszczeniach jest wentylacja grawitacyjna, dodatkowo na sali sportowej jest instalacja wentylacji mechanicznej wywiewnej włączana ręcznie przez użytkowników w przypadku gdy wentylacja grawitacyjna jest niewystarczająca (głównie latem).

### **Źródło ciepła**

W stanie obecnym szkoła zasilana jest przez trzy kotły gazowe (kondensacyjny; z zamkniętą komorą spalania; z otwartą komorą spalania). Z uwagi na duże skomplikowanie instalacji proponuje się inwestycję w gazowy kocioł kondensacyjny, dwufunkcyjny wyposażony w automatykę pogodową, spełniający obowiązujące od końca 2020 roku wymagania dyrektywy 2009/125/WE z 21 października 2009 r.

### **Instalacja ciepłej wody użytkowej**

W stanie obecnym instalacja ciepłej wody użytkowej w budynku szkoły nie posiada obiegów cyrkulacyjnych. Dodatkowo zasilana jest z trzech źródeł: gazowego podgrzewacza pojemnościowego (kuchnia + łazienki w szkole), elektrycznego podgrzewacza przepływowego (przedszkole) oraz punktowych podgrzewaczy elektrycznych (szatnie przy sali sportowej). Proponuje się wymianę całej instalacji ciepłej wody w szkole (bez sali sportowej) i przedszkolu wraz z poprowadzeniem obiegów cyrkulacyjnych, z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej. Jej zasilanie odbywać się będzie z gazowego kotła kondensacyjnego dwufunkcyjnego. W szatniach przy sali sportowej nie proponuje się zmian.

### **Instalacja centralnego ogrzewania**

Z uwagi na zły stan techniczny instalacji (korozja - widoczna na zdjęciu 7 w załączniku 9.4) oraz jej skomplikowanie – trzy systemy centralnego ogrzewania w jednym obiekcie, proponuje się modernizację całej instalacji z wymianą i izolacją pionów, montażem zaworów podpionowych i odpowietrzających, wymianą starych grzejników żeliwnych i Fawier na nowe stalowe płytowe, uzupełnieniu brakujących głowic termostatycznych oraz płukaniem i regulacją hydrauliczną istniejących komponentów zdolnych do dalszego wykorzystania.

W audycie proponuje się modernizację instalacji c.o. obejmującą:

- wymianę przewodów,



- wymianę grzejników (ok. 45 szt.),
- płukanie grzejników (ok. 114 szt.),
- montaż zaworów termostatycznych (ok. 62 szt.),
- montaż zaworów podpionowych (ok. 39 szt.),
- montaż automatycznych odpowietrzników na końcach pionów (ok. 39 szt.).

**6 ZESTAWIENIE WSKAZANYCH RODZAJÓW ULEPSZEŃ ORAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYKONANYCH ZGODNIE Z ALGORYTMEM OCENY OPLACALNOŚCI I PODDANYCH OPTIMALIZACJI**

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian – metoda lekka mokra (styropian).
2	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna	Wymiana okien drewnianych na okna PCV
3	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi na nowe PCV
4	Wymiana instalacji c.o.	Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów i grzejników, montaż nowych zaworów termostatycznych przy grzejnikach, montaż zaworów podpionowych i odpowietrzających, ocieplenie przewodów i regulacja instalacji
5	Modernizacja instalacji CWU	Usunięcie podgrzewacza gazowego i przepływowego podgrzewacza elektrycznego i zastąpienie ich zasobnikiem ciepłej wody użytkowej przy gazowym kotle dwufunkcyjnym oraz wykonanie instalacji z obiegami cyrkulacyjnymi wyposażonymi w zawory termostatyczne

## **7 DOKUMENTACJA WYKONANIA KOLEJNYCH KROKÓW OPTYMALIZACYJNYCH ALGORYTMU OCENY OPLACALNOŚCI PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO I WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO WRAZ Z KOSZTORYSAMI SPORZĄDZONYMI WG METODY KALKULACJI UPROSZCZONEJ**

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- wskazanie rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne, na ogrzanie powietrza wentylacyjnego oraz na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (jeżeli dotyczy),
- wybór optymalnych ulepszeń i wariantów termomodernizacyjnych spośród rodzajów ulepszeń określonych we wcześniejszych punktach,
- zestawienie wybranych ulepszeń i wariantów termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT), charakteryzującego każde usprawnienie,
- wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego (jeżeli dotyczy),
- wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego spełniającego wymagania ustawy.



**Dane do obliczeń**

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Symbol	Jednostka	Wartości
$t_{w0\ 20}$	$^{\circ}\text{C}$	20
$t_{z0}$	$^{\circ}\text{C}$	-20
$Sd_{\ 20}$	dzień*K/a	3 686,0
Centralne ogrzewanie		
$O_{m0}$	zł/MW/m-c	5486,17
$O_{z0}$	zł/GJ	56,17
$Ab_0$	zł/m-c	148,83
Ciepła woda użytkowa		(gaz / en. elektryczna)
$O_{m0}$	zł/MW/m-c	5 486,17 / 4 846,20
$O_{z0}$	zł/GJ	56,17 / 161,54
$Ab_0$	zł/m-c	0,00

Ceny z VAT, z dnia sporządzenia audytu. Wyliczenie opłat w załączniku nr 0.



## Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych wraz ze ścianami piwnic warstwą izolacji (styropian) metodą bez-spoinową o współczynniku przenikania ciepła  $\lambda=0,04 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia ściany: $P_0 = 1\,423,4 \text{ m}^2$ (wartość netto – po odjęciu powierzchni okien i drzwi, bez uwzględnienia glików)					
Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 1\,850,4 \text{ m}^2$					
Dod. izolacja: $\lambda = 0,04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: styropian)					
$S_d = 3\,686 \text{ dzień} \cdot \text{K/a}$ $t_w = 20^\circ\text{C}$ $t_z = -20^\circ\text{C}$					
Lp.	Omówienie	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$ ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )		3,75	4,25	4,75
3	Opór cieplny R ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )	1,311	5,06	5,56	6,06
4	$U_0, U_1$ ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )	0,763	0,198	0,180	0,165
5	$Q_{0U}, Q_{1U}$ (GJ/a)	345,72	89,57	81,51	74,79
6	$q_{0U}, q_{1U}$ (MW)	0,043	0,011	0,010	0,009
7	Roczna oszczędność kosztów $\Delta \text{Oru}$ (zł/a)		16 506	17 025	17 458
8	Cena jednostkowa usprawnienia (zł/m <sup>2</sup> )		234,65	247,00	259,35
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu (zł)		434198,00	457050,53	479903,06
10	$\text{SPBT} = \text{Nu}/\Delta \text{Oru}$ (lata)		26,31	26,85*	27,49
<b>Wybrany wariant: 2</b>		<b>Koszt: 457 050,53 zł</b>		<b>SPBT= 26,8 lat</b>	

\*) Wariant optymalny wybrano tak, aby jedna grubość warstwy izolacyjnej dla 4 typów ścian zapewniała współczynnik U zgodny z wymaganiami Warunków Technicznych na 2021 r.:

	A [m <sup>2</sup> ]	U [ $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ] – przed modernizacją	R [ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ]	dR [ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ]	R <sub>2</sub> [ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ]	U <sub>2</sub> [ $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ] – po modernizacji
Sz korpus główny	263,96	1,194	0,838	4,250	5,088	0,197
Sz sala sportowa	601,9	0,388	2,577	4,250	6,827	0,146
Sz nadbudówka	206,76	1,202	0,832	4,250	5,082	0,197
Sz część stara	350,77	0,822	1,217	4,250	5,467	0,183
U <sub>wazone</sub> [ $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ]		<b>0,763</b>				



Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ( $SPBT_{min}$ ) oraz warunek wg Warunków Technicznych (obowiązujących od 2021 r.) dla wszystkich typów ścian na maksymalny współczynnik przenikania ciepła  $U_{max} = 0,20$  W/(m<sup>2</sup>K) jest wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych wraz ze ścianami piwnic warstwą izolacji (styropian) o grubości 17 cm.

*UWAGA! Prace dociepleniowe należy przeprowadzić w taki sposób, aby na głifach warstwa izolacji była grubości nie mniejszej niż 2 cm i zachodziła na ramę okienną.*

### Usprawnienie dotyczące okien

Rozpatruje się wymianę okien w ramie drewnianej z szybą zespoloną jednokomorową na nowe o współczynnikach przenikania ciepła  $U$  równych 1,1; 0,9 oraz 0,7 W/m<sup>2</sup>K. Cena  $N_{OK}$  zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia okien do wymiany : $P = 443,55 \text{ m}^2$						
$S_d = 3 \text{ 686 dzień} \cdot \text{K/a}$ $t_w = 20^\circ\text{C}$ $t_z = -20^\circ\text{C}$						
$V_{obl} = 4859,9 \text{ m}^3/\text{h}$ *				$V_{nom} = 7794,1 \text{ m}^3/\text{h}$ *		
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien $U$	W/m <sup>2</sup> *K	2,530	1,10	0,90	0,70
2	Współczynnik $Cr$		1,00	0,70	0,70	0,70
3	Współczynnik $Cm$	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1$	GJ/a	1202,02	746,63	718,38	690,12
5	$q_0, q_1$	MW	0,1110	0,0856	0,0821	0,0785
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		27 249	29 069	30 890
7	Jednostkowy koszt wymiany okien	zł/m <sup>2</sup>		1 080,00	1 200,00	1 416,00
8	Koszt wymiany okien $N_{OK}$	zł		479 034,00	532 260,00	628 066,80
9	SPBT	lata		17,6	18,3	20,3
<b>Wybrany wariant: 2</b>		<b>Koszt: 532 260,00 zł</b>		<b>SPBT= 18,3 lat</b>		

\*) zakładając, że powietrze wentylacyjne dostarczane jest przez nieszczelności drzwi i okien strumienie  $V_{obl}$  i  $V_{nom}$  policzyłem uwzględniając, że okna w ramie drewnianej stanowią 82% wszystkich okien i drzwi w budynku.

Rozwiązaniem spełniającym warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ( $SPBT_{min}$ ) i wg Warunków Technicznych (obowiązujących od 2021 r.) na maksymalny



współczynnik przenikania ciepła  $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  jest wariant nr 2 polegający na wymianie okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  wyposażonych w higrosterowalne nawiewniki okienne z możliwością regulacji ręcznej.

### Usprawnienie dotyczące drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę drzwi zewnętrznych na nowe o współczynnikach przenikania ciepła  $U$  równych 1,5; 1,3 oraz 1,1  $\text{W/m}^2\text{K}$ . Cena  $N_{DZ}$  zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia do wymiany : $P = 19,2 \text{ m}^2$						
$S_d = 3686 \text{ dzień}\cdot\text{K/a}$ $t_w = 20^\circ\text{C}$ $t_z = -20^\circ\text{C}$						
$V_{obl} = 237,1 \text{ m}^3/\text{h} *$			$V_{nom} = 380,2 \text{ m}^3/\text{h} *$			
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania $U$	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	2,6	1,50	1,30	1,10
2	Współczynnik $C_r$		1,0	1,00	1,00	1,00
3	Współczynnik $C_m$	-	1,0	1,00	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1$	$\text{GJ/a}$	57,10	50,37	49,15	47,93
5	$q_0, q_1$	$\text{MW}$	0,0052	0,0044	0,0042	0,0041
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$\text{zł/rok}$		433,41	512,22	591,02
7	Jednostkowy koszt wymiany drzwi	$\text{zł/m}^2$		1890,00	2100,00	2520,00
8	Koszt wymiany okien $N_{DZ}$	$\text{zł}$		36288,00	40320,00	48384,00
9	SPBT	lata		83,7	78,7	81,9
<b>Wybrany wariant: 2</b>		<b>Koszt: 40 320,00 zł</b>		<b>SPBT= 78,7 lat</b>		

\*) zakładając, że powietrze wentylacyjne dostarczane jest przez nieszczelności drzwi i okien strumieniem  $V_{obl}$  i  $V_{nom}$  policzyłem uwzględniając, że drzwi zewnętrzne stanowią 4% wszystkich okien i drzwi w budynku.

Rozwiązaniem spełniającym warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ( $SPBT_{min}$ ) i wg Warunków Technicznych (obowiązujących od 2021 r.) na maksymalny współczynnik przenikania ciepła  $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  jest wariant nr 2 polegający na wymianie drzwi na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**Doposażenie budynku w centralną instalację ciepłej wody użytkowej**

Rozpatruje się możliwość przeprowadzenia prac związanych z budową instalacji ciepłej wody. Szacunkowy koszt inwestycyjny wg cen rynkowych (z podatkiem VAT) wynosi:

**modernizacja instalacji      59 890,05 zł**

W podanej kwocie uwzględniono:

- montaż przewodów ciepłej wody i cyrkulacji,
- montaż zaworów termostatycznych na cyrkulacji,
- ocieplenie przewodów rozprowadzających,
- montaż zasobnika ciepłej wody użytkowej wraz z oprzyrządowaniem.

Efekt finansowy dla tego przedsięwzięcia określono w następujący sposób:

	<b>STAN PRZED MODERNIZACJĄ</b>		
	Podgrzewacz gazowy	Podgrzewacz elektryczny przepływowy	Pogrzewacze elektryczne punktowe
Udział	ok. 70%	ok. 15%	ok. 15%
Opłata stała	5 486,17	4 846,20	4 846,20
Opłata zmienna	56,17	161,54	161,54
Abonament	0,00	0,00	0,00
Średnia moc c.w.u.	0,0120	0,0025	0,0027
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego QK,W	155,94	32,61	34,99
Roczna opłata stała	792,17	146,33	157,01
Roczna opłata zmienna	8 758,90	5 267,60	5 652,14
Roczna opłata abonamentowa	0	0	0
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	<b>9 551,07</b>	<b>5 413,93</b>	<b>5 809,15</b>
			<b>20 774,14</b>

	<b>STAN PO MODERNIACJI</b>	
	Gazowy kocioł kondensacyjny dwufunkcyjny	Pogrzewacze elektryczne punktowe
udział	76%	24%
Średnia moc c.w.u.	0,0145	0,0027
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego QK,W	109,21	34,99
Opłata stała	5 486,17	4 846,20
Opłata zmienna	56,17	161,54
Abonament	0,00	0,00



Roczna opłata stała	957,82	157,01
Roczna opłata zmienna	6 133,97	5 652,14
Roczna opłata abonamentowa	0	0
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	<b>7 091,78</b>	<b>5 809,15</b>
		<b>12 900,93</b>

	EFEKT EKONOMICZNY	
	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
Łączny koszt przygotowania CWU [zł]	20 774,14	12 900,93
Różnica [zł]		7 873,21
Koszt [zł]		59 890,05
SPBT [lata]		<b>7,6</b>

Moc i zapotrzebowanie na ciepło dla ciepłej wody użytkowej obliczono w załączniku.

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku – stan docelowy
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	70% - kocioł niskotemperaturowy o mocy do 50 kW – 0,83  15% + 15% - elektryczny podgrzewacz przepływowy – 0,99	76% - kocioł gazowy kondensacyjny o mocy powyżej 50 kW – 0,88  24% - elektryczny podgrzewacz przepływowy – 0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	70% + 15% - system bez obiegów cyrkulacyjnych – 0,60  15% - podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru – 1,0	76% - centralne przygotowanie wody – system z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy, z pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi – 0,80  24% - podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru – 1,0
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	70% - zasobnik ciepłej wody użytkowej w systemie przygotowanie CWU wyprodukowany w latach 1995-2000 – 0,65  15% + 15% - brak zbiornika buforowego -1,0	76% - zasobnik ciepłej wody użytkowej w systemie przygotowanie CWU wyprodukowany w po 2005 roku – 0,85  24% - brak zbiornika buforowego -1,0

**Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT bez instalacji****c.o.**

<b>L.p.</b>	<b>Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego</b>	<b>Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)</b>	<b>SPBT lata</b>
1	Modernizacja instalacji CWU	59 890,05	7,6
2	Wymiana zestawów okiennych	532 260,00	18,3
3	Ocieplenie ściany zewnętrznej	457 050,53	26,8
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	40 320,00	78,7

**Usprawnienie dotyczące systemu grzewczego**

Rozpatruje się możliwość przeprowadzenia prac wyszczególnionych poniżej. Szacunkowy koszt inwestycyjny kalkulacji uproszczonej (materiały, prace remontowe z podatkiem VAT ) wynosi:

**modernizacja instalacji CO                      403 101,19 zł**

W podanej kwocie uwzględniono wymianę instalacji c.o. obejmującą:

- wymianę przewodów,
- wymianę grzejników (ok. 45 szt),
- płukanie grzejników (ok. 114 szt),
- montaż zaworów termostatycznych (ok. 62 szt),
- montaż zaworów podpionowych (ok. 39 szt),
- montaż automatycznych odpowietrzników na końcach pionów (ok. 39 szt),
- wymianę źródła ciepła na gazowy kocioł kondensacyjny dwufunkcyjny wyposażony w automatykę pogodową.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

L.p.	Rodzaj usprawnienia $\eta_{\text{tot}} = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s$	Zmiana wartości współczynników sprawności		
			przed	po
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,89	0,95
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,96	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e$	0,81	0,88
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	0,99	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	$\eta_{\text{tot}}$	<b>0,68</b>	<b>0,80</b>
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t$	0,85	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	0,91	0,91

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

Opis	Stan istniejący	Stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_g$	18% - kocioł gazowy kondensacyjny (70/55) o mocy do 50 kW – 0,91  46 % - kocioł na paliwo gazowe z otwartą komorą spalania i dwustawną regulacją procesu spalania – 0,86  36% - kocioł niskotemperaturowy na paliwo gazowe z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym – 0,91	Kocioł gazowy kondensacyjny (70/55 °C) o mocy nominalnej powyżej 120 kW – 0,95
sprawność przesyłu $\eta_d$	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej – 0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej – 0,96
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	64 % - Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej – 0,77  36 % - Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P -2K – 0,88	Ogrzewanie wodne, regulacja centralna i miejscowa, P-2K - 0,88
sprawność akumulacji $\eta_s$	82% - brak zbiornika buforowego  18% - zbiornik w systemie 70/55°C w przestrzeni ogrzewanej	Brak zbiornika buforowego
$w_t$	Ogrzewanie 5 dni w tygodniu	Ogrzewanie 5 dni w tygodniu
$w_d$	Przerwy w ogrzewaniu 12 h/dobę	Przerwy w ogrzewaniu 12 h/dobę





Efekt finansowy dla tego przedsięwzięcia określono w następujący sposób:

		Stan istniejący	Stan po modernizacji systemu grzewczego
Rodzaj systemu zasilania		kocioł gazowy	gazowy kocioł kondensacyjny
Moc obliczeniowa na CO	MW	0,2233	0,2233
Zapotrzebowanie na ciepło na CO	GJ/rok	955,12	955,12
Ogólna sprawność systemu	-	68%	80%
Obniżenie tygodniowe	-	85%	85%
Obniżenie nocne	-	91%	91%
Zapotrzebowanie na ciepło na CO po uwzględnieniu sprawności	GJ/rok	1 084,78	920,54
Oz	zł/GJ	56,17	56,17
Om	zł/MW/m-c	5 486,17	5 486,17
A	zł	148,83	148,83
Roczna opłata zmienna	zł/rok	60 930,91	51 705,39
Roczna opłata stała	zł/rok	14 699,49	14 699,49
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	1 785,96	1 785,96
<b>Łączny koszt CO</b>	<b>zł/rok</b>	<b>77 416,37</b>	<b>68 190,84</b>
Efekt ekonomiczny	zł/rok		9 225,53
Koszt modernizacji	zł		403 101,19
SPBT	lat		<b>43,7</b>

Pomimo długiego czasu zwrotu inwestycji proponuje się przeprowadzenie proponowanych usprawnień w celu dostosowania instalacji c.o. do zmienionych parametrów izolacyjnych przegród.

Po modernizacji należy uwzględnić obniżenie dobowe i tygodniowe temperatury wewnętrznej budynku.

### Zestawienie optymalnych przedsięwzięć termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej wartości SPBT

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	SPBT lata
1	Modernizacja instalacji CO*	403 101,19	43,7
2	Modernizacja instalacji CWU	59 890,05	7,6
3	Wymiana zestawów okiennych	532 260,00	18,3
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej	457 050,53	26,8
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	40 320,00	78,7
	Koszty dodatkowe np. dokumentacja, audyt, nadzór projekty elewacji i instalacji	35 000,00	
	<b>SUMA</b>	<b>1 527 621,77</b>	

\*) Usprawnienie dotyczące instalacji CO rozpatrywane jest jako pierwsze niezależnie od wielkości SPBT.

### Określenie wariantów termomodernizacji budynku

Przyporządkowuje się każdemu z usprawnień numer zgodny z pozycją w powyższej tabeli tj. od (1) „Wymiana instalacji CO” do (5) – „Wymiana drzwi zewnętrznych”.

Określenie wariantów termomodernizacji budynku:

L.p.	Warianty
I	1+2+3+4+5
II	1+2+3+4
III	1+2+3
IV	1+2
V	1

**Zapotrzebowanie na moc i ciepło oraz określenie efektów finansowych dla każdego z wariantów dla budynku**

warianty	C.O.							C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	$Q_{co}$ wg obl. <sup>1)</sup>	$\eta$	$w_d$	$w_t$	$Q_{co} \cdot w_d \cdot w_t / \eta^{3)}$	Oplata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oplata c.o.+c.w.u.	$DQ_{co+cwu}$	Oszczędn.
	MW	GJ/rok				GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
<b>1</b>	0,156	263,19	0,80	0,85	0,91	253,66	26 330,05	0,017	144,20	12 900,93	0,174	397,86	39 230,98	910,46	<b>58 959,53</b>
<b>2</b>	0,157	269,33	0,80	0,85	0,91	259,58	26 732,36	0,017	144,20	12 900,93	0,175	403,77	39 633,29	904,55	<b>58 557,22</b>
<b>3</b>	0,194	500,58	0,80	0,85	0,91	482,45	41 680,48	0,017	144,20	12 900,93	0,212	626,65	54 581,41	681,67	<b>43 609,10</b>
<b>4</b>	0,223	955,12	0,80	0,85	0,91	920,54	68 190,84	0,017	144,20	12 900,93	0,241	1064,73	81 091,77	243,59	<b>17 098,74</b>
<b>5</b>	0,223	955,12	0,80	0,85	0,91	920,54	68 190,84	0,017	223,54	20 774,14	0,241	1144,07	88 964,98	164,25	<b>9 225,53</b>
0-stan istniejący	0,223	955,12	0,68	0,85	0,91	1 084,78	77 416,37	0,017	223,54	20 774,14	0,241	1308,32	98 190,51		

- 1) - wynik z programu AUDYTOR OZC 6.6Pro, zapotrzebowanie ciepła netto obliczone metodą PN-EN ISO 13790  
 2) - moc i zużycie na cele CWU wyliczono w załączniku nr 0  
 3) - zapotrzebowanie z uwzględnieniem sprawności systemu CO.

Poniżej w tabeli przedstawiono sprawności systemu CO.

Wariant	$\eta_g$	$\eta_d$	$\eta_e$	$\eta_s$	$w_t$	$w_d$	$\eta_{tot}$
Warianty 1-5	0,95	0,96	0,88	1,00	0,85	0,91	<b>0,80</b>
Stan istniejący	0,89	0,96	0,81	0,99	0,85	0,91	<b>0,68</b>

$$\eta_{tot} = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s$$



## Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Wkład własny		Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]			Premia dla danego wariantu
		zł	zł	%	%	zł	%	zł	20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności	
1	2	3	4	5	6		7		8	9	10	11
1	Modernizacja instalacji CO Modernizacja instalacji CWU Wymiana zestawów okiennych Ocieplenie ściany zewnętrznej Wymiana drzwi zewnętrznych	1 527 621,77	58 959,53	69,6%	20%	305 524,35	80%	1 222 097,42	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
2	Modernizacja instalacji CO Modernizacja instalacji CWU Wymiana zestawów okiennych Ocieplenie ściany zewnętrznej	1 487 301,77	58 557,22	69,1%	20%	297 460,35	80%	1 189 841,42	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
3	Modernizacja instalacji CO Modernizacja instalacji CWU Wymiana zestawów okiennych	1 030 251,24	43 609,10	52,1%	20%	206 050,25	80%	824 201,00	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
4	Modernizacja instalacji CO Modernizacja instalacji CWU	497 991,24	17 098,74	18,6%	20%	99 598,25	80%	398 393,00	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
5	Modernizacja instalacji CO	438 101,19	9 225,53	12,6%	20%	87 620,24	80%	350 480,95	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy

Wg analizy przedstawionej w powyższej tabeli **warianty I -V** spełniają wymagania Ustawy.



**Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego spełniającego wymagania Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów.**

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalne rozwiązanie, spełniające wymagania Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów, przyjmuje się **wariant nr I**, obejmujący wymienione poniżej prace:

- Modernizacje instalacji CO
- Modernizacje instalacji CWU
- Wymianę zestawów okiennych
- Ocieplenie ściany zewnętrznej
- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Koszty dodatkowe: dokumentacja , nadzór

Przedsięwzięcie to spełnia warunek ustawowy:

- oszczędność rocznego zapotrzebowania ciepła wyniesie :
  - w budynkach, w których modernizuje się jedynie system grzewczy - co najmniej o 10%,
  - w budynkach, w których przeprowadzono modernizację systemu grzewczego po 1984 r. – co najmniej o 15%,
  - w pozostałych budynkach - co najmniej o 25%,
- zadeklarowane środki własne inwestora oraz możliwy do zaciągnięcia kredyt nie został przekroczony.

Kalkulowany koszt robót wyniesie (z VAT)	1 527 621,77	zł
Roczna oszczędność kosztów	58 959,53	zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	25,9	lat
Procentowa oszczędność zapot. na en.	69,6%	



## **8 OPIS TECHNICZNY, NIEZBĘDNE SZKICE I PRZEDMIAR ROBÓT OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI**

### **Opis techniczny**

#### Wymiana zestawów okiennych

Proponuje się wymianę okien w ramie drewnianej z szybą zespoloną w całej szkole o łącznej pow. ok. 443,6 m<sup>2</sup> na okna PCV z szybą zespoloną o współczynniku przenikania ciepła co najwyżej  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ , wyposażonych w higrosterowalne nawiewniki z możliwością regulacji ręcznej.

#### Ocieplenie ścian zewnętrznych

Ściany zewnętrzne proponuje się ocieplić warstwą izolacji (styropian lub wełna mineralna o współczynniku  $\lambda \leq 0,040 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ) o grubości nie mniejszej niż 17cm i pow. ok. 1850,4 m<sup>2</sup>. Przed ociepleniem bezwzględnie należy sprawdzić stan wilgotnościowy ścian zewnętrznych i w przypadku stwierdzenia zawilgocenia dokonać osuszenia i likwidacji zagrzybienia. Docieplenie należy wykonać w taki sposób aby powierzchnia gładów okiennych i drzwiowych była docieplona warstwą izolacji o grubości nie mniejszej niż 2 cm dochodząca do ramy okiennej.

#### Wymiana drzwi zewnętrznych

Proponuje się wymianę drzwi zewnętrznych o pow. ok. 19,2 m<sup>2</sup> na nowe o współczynniku przenikania ciepła co najwyżej  $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### Modernizacja instalacji CO

W celu poprawy funkcjonowania instalacji centralnego ogrzewania i podniesienia jej sprawności przewidziano:

- wymianę przewodów,
- wymianę grzejników (ok. 45 szt),
- płukanie grzejników (ok. 114 szt),
- montaż zaworów termostatycznych (ok. 62 szt),
- montaż zaworów podpionowych (ok. 39 szt),
- montaż automatycznych odpowietrzników na końcach pionów (ok. 39 szt),



- wymianę źródła ciepła na gazowy kocioł kondensacyjny dwufunkcyjny wyposażony w automatykę pogodową.

Po modernizacji należy również zastosować przerwy w ogrzewaniu w okresie doby i tygodnia.

#### Modernizacja instalacji CWU

W celu poprawy funkcjonowania instalacji ciepłej wody użytkowej i podniesienia jej sprawności przewidziano:

- montaż przewodów ciepłej wody i cyrkulacji,
- montaż zaworów termostatycznych na cyrkulacji,
- ocieplenie przewodów rozprowadzających,
- montaż zasobnika ciepłej wody użytkowej wraz z oprzyrządowaniem.

#### **Niezbędne szkice**

Nie dotyczy.

#### **Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity brutto
		m <sup>2</sup>	zł/m <sup>2</sup>	zł
1	Modernizacja instalacji CO	-	-	403 101,19
2	Modernizacja instalacji CWU	-	-	59 890,05
3	Ocieplenie ściany zewnętrznej	1850,4	247,00	457 050,53
4	Wymiana zestawów okiennych	443,6	1 200,00	532 260,00
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	19,2	2 100,00	40 320,00
	Koszty dodatkowe: dokumentacja , nadzór	-	-	35 000,00
<b>SUMA</b>				<b>1 527 621,77</b>

**Wszystkie ceny z 23% VAT**



## 9 ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- 9.1 Wyliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła
- 9.2 Obliczenie sezonowego zużycia ciepła na cele CWU
- 9.3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- 9.4 Zdjęcia
- 9.5 Efekt ekologiczny
- 9.6 Wskaźnik  $EP_{H+W}$
- 9.7 Energia pierwotna co + cwu
- 9.8 Uproszczona dokumentacja techniczna
- 9.9 Obliczenie obciążenia cieplnego oraz sezonowego zapotrzebowania na energię - wydruki komputerowe z programu AUDYTOR OZC 6.6Pro.  
stan istniejący,  
stan docelowy dla wariantu I.





## 9.1 Wyliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

### Oplaty za zużycie ciepła Taryfa PGNiG OBRÓT DETALIZNY

Moc zamówiona: 219 kW

Taryfa: W-5

Opis	Jednostka	netto	z VAT 23%
<b>Oplata zmienna</b>			
Oplata zmienna za paliwo gazowe	zł/kWh	0,11155	0,13721
Przesył – oplata zmienna	zł/kWh	0,01747	0,02149
Razem oplata zmienna	zł/kWh	0,1290	0,1587
Razem oplata zmienna	zł/GJ	35,84	44,08
Ciepło spalania gazu	MJ/m <sup>3</sup>	39,500	39,500
Wartość opałowa (WO) gazu	MJ/m <sup>3</sup>	31,00	31,00
Razem oplata zmienna, odniesiona do WO	zł/kWh	0,1644	0,2022
<b>Razem oplata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>45,67</b>	<b>56,17</b>
<b>Oplata stała</b>			
Oplata za moc zamówioną	zł/MW/m-c	4460,30	<b>5486,17</b>
Abonament	zł/m-c/pkt	121,00	<b>148,83</b>

### Energia elektryczna

Cenę energii elektrycznej obliczyłem na podstawie dostarczonych danych, z założeniem, że opłaty abonamentowe, za moc bierną i kary umowne nie wynikają z wykorzystania energii elektrycznej do podgrzewania CWU:

	Stawka netto	Stawka brutto
<b>Energia czynna</b>		
Cena energii czynnej	0,2280	0,2804
<b>Dystrybucja</b>		
Oplata stała sieciowa	3,0700	3,7761
Oplata przejściowa	0,8700	1,0701
Oplata jakościowa całodobowa	0,0115	0,0141
Oplata zmienna sieciowa całodobowa	0,2333	0,2870

	Oplata zmienna za zużycie [zł/kWh]
	Oplata stała za moc zamówioną [zł/MW/m-c]

Na podstawie wyżej zamieszczonej przykładowej faktury przyjąłem:

**Om** – oplata stała miesięczna za moc zamówioną [zł/MW/m-c]

**Oz** – oplata zmienna za zużycie [zł/GJ]

Pozycja	cena
Oz [zł/GJ]	<b>161,54</b>
Om [zł/MW/m-c]	<b>4 846,20</b>



## 9.2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na podgrzanie wody

Wyliczenie udziału poszczególnych systemów CWU w budynku odbyło się zgodnie z metodologią wyznaczania świadectw charakterystyki energetycznej budynku, bazując na powierzchni użytkowej.

### W stanie istniejącym:

Gazowy podgrzewacz pojemnościowy obsługuje powierzchnię: ok. 1792 m<sup>2</sup> - ok. 70%

Elektryczny podgrzewacz przepływowy obsługuje powierzchnię: ok. 474 m<sup>2</sup> - ok. 15%

Elektryczne podgrzewacze punktowe obsługują powierzchnię: ok. 508 m<sup>2</sup> - ok. 15%

**Po modernizacji** zużycie energii w punktowych podgrzewaczach elektrycznych się nie zmienia, gdyż nie podlegają one modernizacji, podczas gdy reszta zapotrzebowania zostanie zaspokojona przez gazowy kocioł kondensacyjny dwufunkcyjny z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej, co stanowi:

Gazowy kocioł kondensacyjny z zasobnikiem CWU – udział: ok. 76%

Elektryczne podgrzewacze punktowe – udział: ok. 24%

### Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody $c_w$	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{cw}$	l/(m <sup>2</sup> *doba)	0,8	0,8
Powierzchnia odniesienia $A_f$	m <sup>2</sup>	<b>3247,5</b>	<b>3247,5</b>
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu $\theta_{cw}$	°C	55	55
temperatura wody zimnej $\theta_0$	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. $k_R$	-	0,55	0,55
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw}*A_f*c_w*\rho*(\theta_{cw}-\theta_0)*k_R*t_R/(1000*3600)$	kWh/rok	<b>27 316</b>	<b>27 316</b>
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,88	0,91
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,66	0,85
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,76	0,89
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	<b>0,44</b>	<b>0,68</b>
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	<b>62 093,5</b>	<b>40 054,2</b>
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	<b>223,54</b>	<b>144,20</b>



**Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Liczba użytkowników L	[osoba]	494	494
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody przy wyliczeniu mocy V	[l/osoba]	8,0	8,0
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V) / (12 \cdot 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,329	0,329
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,052	2,052
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwumax} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	35,4	35,4
<b>Średnia moc c.w.u.</b> $q_{cwu}^{śr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	<b>17,25</b>	<b>17,25</b>

Wartość zapotrzebowania na ciepło na podgrzanie wody wykorzystano do obliczenia procentowej oszczędności zużycia ciepła na cele co i cwu w poszczególnych wariantach termomodernizacyjnych.



### 9.3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Strumień przyjęty przy obliczeniach zużycia ciepła zgodnie z normą PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”:

	<b>liczba dzieci - szkoła</b>	367
	<b>liczba dzieci - przedszkole</b>	75
	<b>liczba os. dorosłych</b>	52
	<b>wymagania higieniczne - strumień powietrza wentylacyjnego [m<sup>3</sup>/h*osoba]</b>	
	<b>dzieci - przedszkole</b>	15
	<b>dorośli i dzieci w szkole</b>	20
<b>Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg. PN 83 B 03430 [m<sup>3</sup>/h] - wentylacja w budynkach użyteczności publicznej</b>	<b>V<sub>o</sub> [m<sup>3</sup>/h]</b>	9505
<b>Kubatura wentylowana</b>	<b>V [m<sup>3</sup>]</b>	11853,4
<b>Krotność wymian</b>	<b>n [1/h]</b>	0,80
	<b>przed</b>	<b>po</b>
<b>c<sub>r</sub></b>	1,0	0,754
<b>c<sub>w</sub></b>	1,0	1,0
<b>Strumień powietrza do obliczenia sezonowego zapotrzebowania na energię na cele ogrzewania wg. PN-EN 13790 [m<sup>3</sup>/h]</b>	9505	7166,77
<b>c<sub>m</sub></b>	1,0	1,0
<b>n<sub>min</sub></b>	0,5*	0,5*
<b>Strumień powietrza do obliczenia projektowanego obciążenia cieplnego wg. PN-EN 12831 [m<sup>3</sup>/h]</b>	5926,7	5926,7

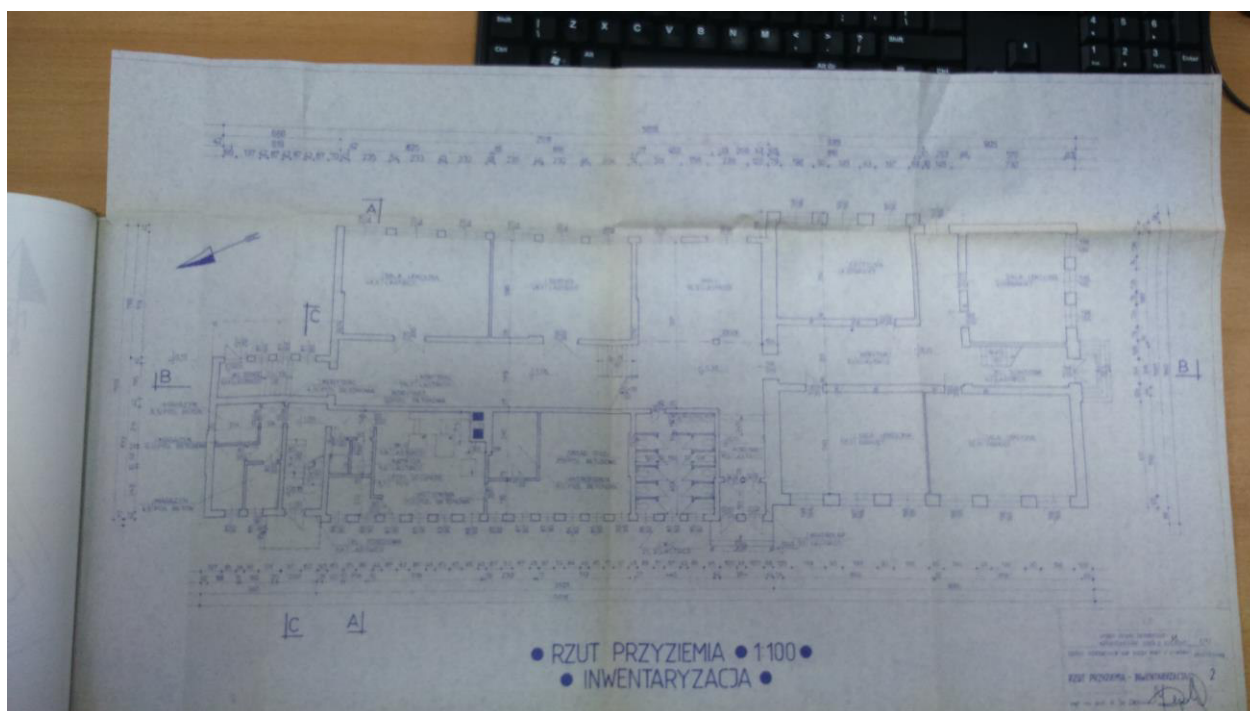
\*) – na potrzeby obliczenia obciążenia cieplnego, ze względu na wysokie kondygnacje (3,2 m; 4,7 m; 6,85 m) założono krotność wymian na poziomie n=0,5 [1/h]



## 9.4 Zdjęcia i dokumentacja techniczna

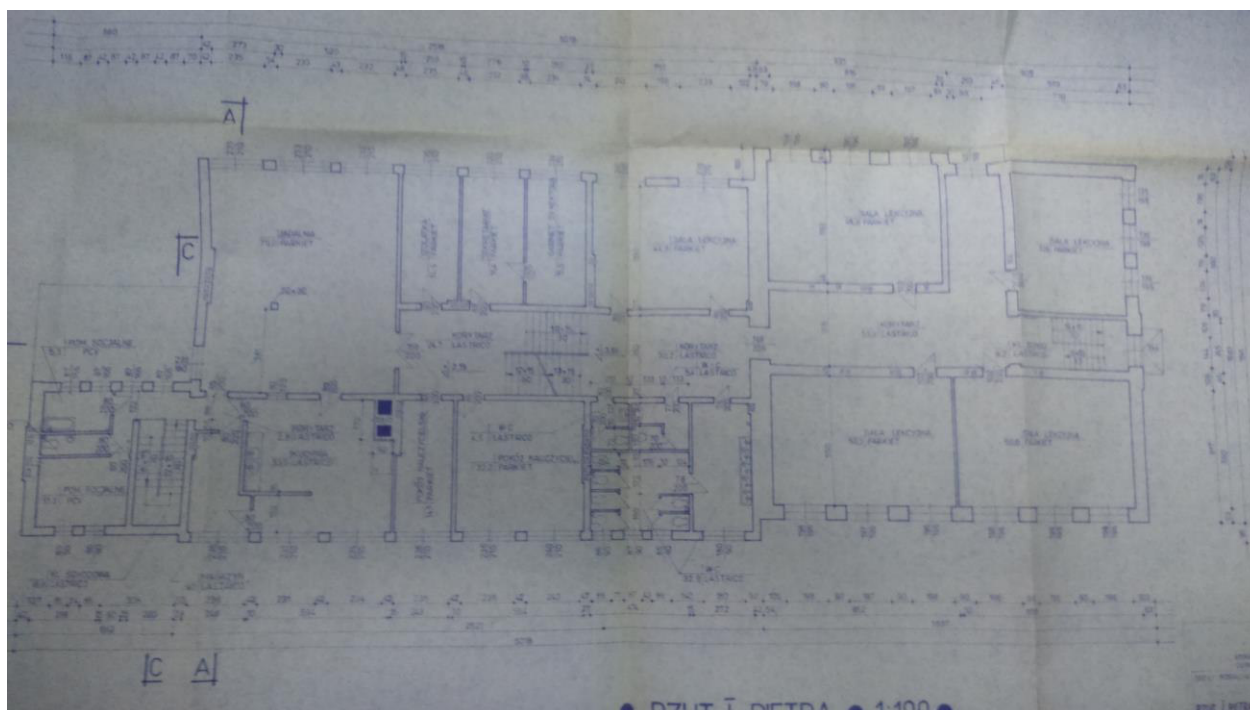


Zdjęcie 1. Zdjęcie satelitarne z uwzględnieniem kierunków świata



Zdjęcie 2. Inwentaryzacja części starej przekazana przez inwestora – rzut przyziemia





Zdjęcie 3. Inwentaryzacja części starej przekazana przez inwestora – rzut I piętra



Zdjęcie 4. Widok szkoły od strony ul. Warszawskiej







Zdjęcie 5. Widok szkoły od strony wschodniej



Zdjęcie 6. Kotłownia





Zdjęcie 7. Skorodowana instalacja CO



## 9.5 Efekt ekologiczny

nośnik energii	zużycie energii * [GJ]	wskaźnik emisji [kgCO <sub>2</sub> /GJ]	emisje CO <sub>2</sub> [t/rok]
<b>przed termomodernizacją</b>			
Energia elektryczna	202,79	76,99**	15,6
Energia z gazu ziemnego	1364,79	56,10	76,6
<b>RAZEM</b>			<b>92,2</b>
<b>po termomodernizacji</b>			
Energia elektryczna	104,97	76,99**	8,1
Energia z gazu ziemnego	399,15	56,10	22,4
<b>RAZEM</b>			<b>30,5</b>
<b>Zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> [t/rok]</b>			<b>61,7</b>
<b>Zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> [%]</b>			<b>66,9%</b>

\*) efekt ekologiczny policzono na podstawie energii pierwotnej – załącznik 9.7

\*\*) wartość przyjęta na podstawie komunikatu KOBIZE dotyczącego emisji dwutlenku węgla przypadającej na 1 MWh energii elektrycznej: 230,97 kgCO<sub>2</sub>/GJ = 831,5 kgCO<sub>2</sub>/MWh i podzielona przez wskaźnik nakładu w<sub>i</sub>=3,0

## 9.6 Wskaźnik zużycia EP<sub>H+W</sub>

Obliczenia wykonano w programie Audytor 6.6 Pro zgodnie z metodologią sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej z 2015 roku:

$$EK_{H+W} = 46,4 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$$

(gaz ziemny: 45,1 kWh/m<sup>2</sup>·rok; energia elektryczna: 1,3 kWh/m<sup>2</sup>·rok)

$$EP_{H+W} = 53,5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$$

(gaz ziemny: 49,6 kWh/m<sup>2</sup>·rok; energia elektryczna: 3,9 kWh/m<sup>2</sup>·rok)

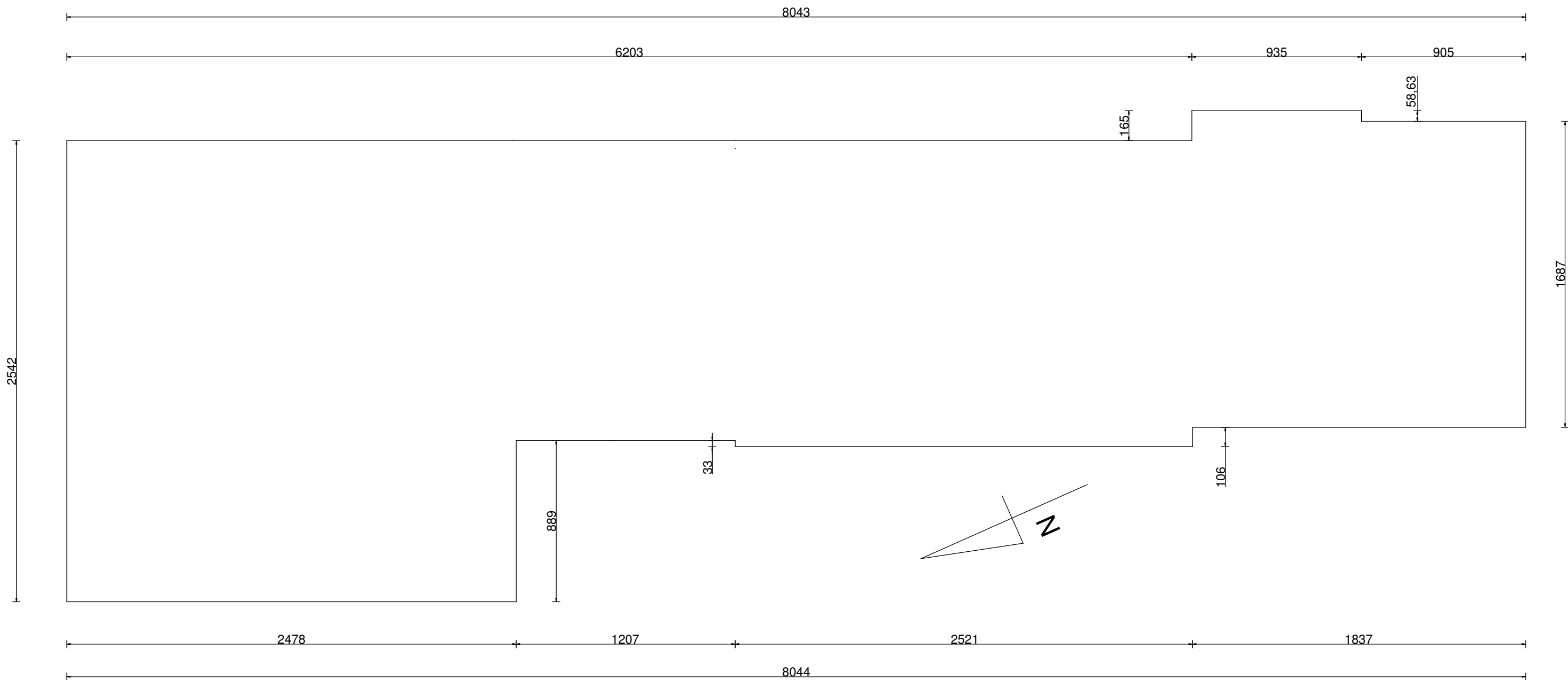
## 9.7 Energia Pierwotna co+cwu

		gaz	energia elektryczna	RAZEM [GJ/rok]
Zapotrzebowanie na energię końcową przed realizacją projektu (co+cwu)	[GJ/rok]	1240,72	67,60	1308,32
współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	w <sub>i</sub>	1,1	3,0	
Zapotrzebowanie na energię pierwotną przed realizacją projektu (co+cwu)	[GJ/rok]	<b>1364,79</b>	<b>202,79</b>	<b>1567,59</b>
Zapotrzebowanie na energię końcową po realizacji projektu (co+cwu)	[GJ/rok]	362,87	34,99	397,86
współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	w <sub>i</sub>	1,1	3,0	
Zapotrzebowanie na energię pierwotną po realizacji projektu (co+cwu)	[GJ/rok]	<b>399,15</b>	<b>104,97</b>	<b>504,12</b>
<b>RÓŻNICA [GJ/rok]</b>				<b>1063,47</b>



## **9.8 Uproszczona dokumentacja techniczna**





Uproszczona dokumentacja - obrys budynku [cm]

**9.9 Obliczenia obciążenia cieplnego oraz sezonowego zapotrzebowania na energię -  
wydruki komputerowe z programu AUDYTOR OZC 6.6Pro**

- stan istniejący
- stan docelowy dla wariantu I



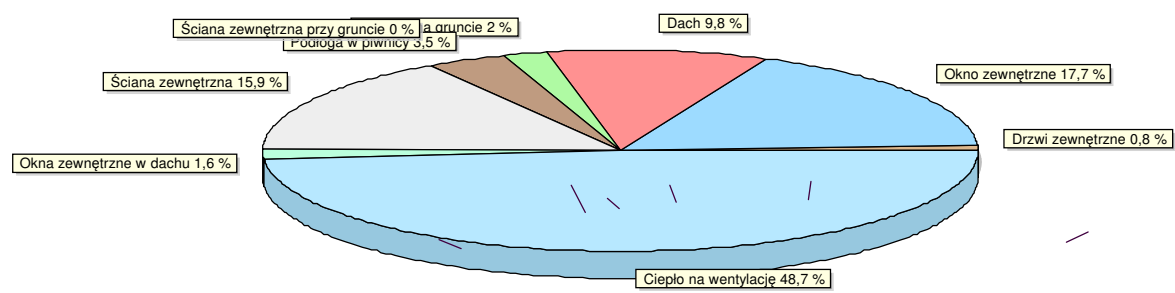
# Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Zespół Szkół w Ostrówku - stan obecny	
Miejscowość:	Ostrówek	
Adres:	ul. Warszawska 1	
Projektant:	inż. Tomasz Kułakowski	
Data obliczeń:	Wtorek 19 Stycznia 2016 12:44	
Data utworzenia projektu:	Wtorek 19 Stycznia 2016 12:44	
Plik danych:	C:\Users\User\Desktop\TOMEK\Klembów\Szkoła -	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	3247,5	m²
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	11853,4	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	142679	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	80603	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	223281	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	223281	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	68,8	W/m²
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	18,8	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	1244,6	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$ :		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :		m³/h

# Wyniki - Ogólne

Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :		m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :		m <sup>3</sup> /h
Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :		m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	5926,7	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	9505,0	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	955,12	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	265312	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	3248	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	11853,4	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	294,1	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	81,7	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	80,6	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	22,4	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$ :	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$ :	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Użytkownika	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. $n_{50}$ :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	

















Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,8 % Drzwi zewnętrzne	17,7 % Okno zewnętrzne	9,8 % Dach
2 % Podłoga na gruncie	3,5 % Podłoga w piwnicy	0 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
15,9 % Ściana zewnętrzna	1,6 % Okna zewnętrzne w dachu	48,7 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	19,60	5444	0,8
Okno zewnętrzne	446,28	123968	17,7
Dach	248,66	69073	9,8
Podłoga na gruncie	50,46	14017	2,0
Podłoga w piwnicy	87,50	24305	3,5
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,00	0	0,0
Ściana zewnętrzna	402,05	111680	15,9
Okna zewnętrzne w dachu	41,59	11554	1,6
Ciepło na wentylację	1228,56	341268	48,7
Razem	2524,71	701307	100,0

# Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	R	U	A
	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	$\text{m}^2$
 D-1	3,340	0,299	389,05
 D-2	4,055	0,247	452,49
 D-3	3,580	0,279	1587,45
 DZ.PCV		2,600	20,35
 OK.DREW		2,530	443,55
 OK.PCV		2,200	37,72
 OP.1		2,600	7,92
 OP.2		2,600	35,28
 PG-1	2,302	0,434	796,40
 PG-2	3,876	0,258	773,50
 SG	1,257	0,796	71,16
 SZ-1	0,838	1,194	263,96
 SZ-2	2,575	0,388	601,90
 SZ-3	0,832	1,202	182,90
 SZ-3.LUK	0,832	1,202	23,86
 SZ-4	1,217	0,822	350,77



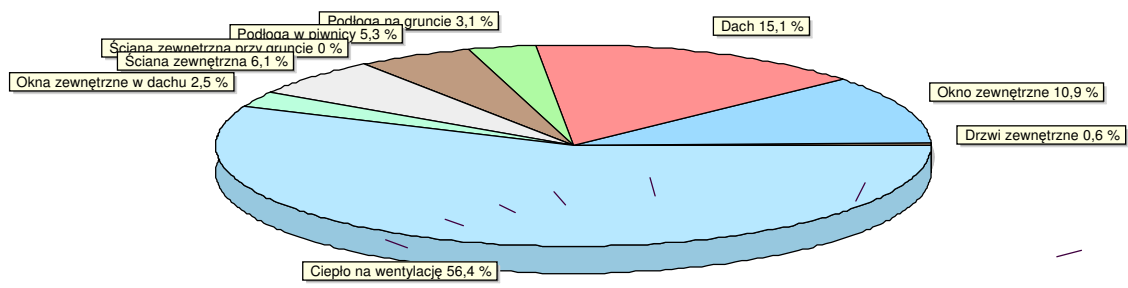
# Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Zespół Szkół w Ostrówku - po modernizacji	
Miejscowość:	Ostrówek	
Adres:	ul. Warszawska 1	
Projektant:	inż. Tomasz Kułakowski	
Data obliczeń:	Wtorek 19 Stycznia 2016 12:45	
Data utworzenia projektu:	Wtorek 19 Stycznia 2016 12:45	
Plik danych:	C:\Users\User\Desktop\TOMEK\Klembów\Szkoła -	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	3247,5	m²
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	11853,4	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	75795	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	80603	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	156398	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	156398	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	48,2	W/m²
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	13,2	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	1244,6	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$ :		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :		m³/h

# Wyniki - Ogólne

Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :		m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :		m <sup>3</sup> /h
Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :		m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	5926,7	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	7166,8	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	263,19	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	73107	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	3248	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	11853,4	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	81,0	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	22,5	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	22,2	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	6,2	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$ :	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$ :	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:		
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:		
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:		
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Użytkownika	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. $n_{50}$ :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	

















Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,6 % Drzwi zewnętrzne	10,9 % Okno zewnętrzne	15,1 % Dach
3,1 % Podłoga na gruncie	5,3 % Podłoga w piwnicy	0 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
6,1 % Ściana zewnętrzna	2,5 % Okna zewnętrzne w dachu	56,4 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	9,80	2722	0,6
Okno zewnętrzne	178,56	49599	10,9
Dach	248,66	69073	15,1
Podłoga na gruncie	50,46	14017	3,1
Podłoga w piwnicy	87,50	24305	5,3
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,00	0	0,0
Ściana zewnętrzna	99,58	27661	6,1
Okna zewnętrzne w dachu	41,59	11554	2,5
Ciepło na wentylację	926,34	257316	56,4
Razem	1642,48	456246	100,0

# Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	R	U	A
	$m^2 \cdot K/W$	$W/m^2 \cdot K$	$m^2$
 D-1	3,340	0,299	389,05
 D-2	4,055	0,247	452,49
 D-3	3,580	0,279	1587,45
 DZ.PCV		1,300	20,35
 OK.DREW		0,900	443,55
 OK.PCV		2,200	37,72
 OP.1		2,600	7,92
 OP.2		2,600	35,28
 PG-1	2,302	0,434	796,40
 PG-2	3,876	0,258	773,50
 SG	1,257	0,796	71,16
 SZ-1	5,088	0,197	263,96
 SZ-2	6,825	0,147	601,90
 SZ-3	5,082	0,197	182,90
 SZ-3.LUK	0,832	1,202	23,86
 SZ-4	5,467	0,183	350,77