

# AUDYT ENERGETYCZNY SZKOŁY W PAPROTNI, GMINA TERESIN



Investor: **Gmina Teresin**  
**ul. Zielona 20**  
**96-515 Teresin**

Lokalizacja Przedsięwzięcia: **ul. Sochaczewska 10**  
**96-515 Paprotnia**

Wykonawca audytu: **EKODIALOG**  
**Maciej Mikulski S.K.A.**

.....  
(podpis)

Data sporządzenia audytu: **październik 2024,**  
*aktualizacja maj 2026*

## Spis treści

1. Strona tytułowa audytu energetycznego.....	3
2. Karta audytu energetycznego budynku* .....	4
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych .....	7
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku .....	8
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	10
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego.....	11
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	18
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji. ....	22
9. Podsumowanie .....	23
Załącznik 1 Stan budynku przed modernizacją .....	24
Załącznik 2 Stan budynku po modernizacji .....	32
Załącznik 3 Obliczenia efektu ekologicznego i energii pierwotnej.....	42
Załącznik 4 Dokumentacja rysunkowa .....	44
Załącznik 5 Dokumentacja zdjęciowa .....	46

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1 Rodzaj budynku	szkoła		1.2 Rok budowy	Lata 60
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Teresin		1.4 Adres budynku	
	ul. Zielona 20 96-515 Teresin		ul. Sochaczewska 10 96-515 Paprotnia MAZOWIECKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:				
EkoDialog Maciej Mikulski Spółka Komandytowo-Akcyjna ul. Stępińska 48/58 lok 4 00-739 Warszawa REGON: 366322125				
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:				
Maciej Mikulski Nr uprawnień do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków: 13987 Adres: ul. Stępińska 48/58 lok 4 Warszawa				..... podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego		
1	---	---		
5. Miejscowość: Warszawa		Data wykonania opracowania		październik 2024 aktualizacja: maj 2026

## 2. Karta audytu energetycznego budynku\*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	3 nadziemne + piwnica	3 nadziemne + piwnica
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	11732,00	11732,00
2.1.4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	1980,70	1980,70
2.1.5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00
2.1.6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0,00	0,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	322	322
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,52	0,52
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	brak	brak
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m <sup>2</sup> ·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	0,18; 0,98; 0,55	0,18; 0,18; 0,15
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,11; 0,33; 0,72	0,11; 0,33; 0,14
2.2.3.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,24; 0,97; 0,97	0,24; 0,97; 0,97
2.2.4.	Okna, drzwi balkonowe	0,90; 2,00; 0,90	0,90; 0,90; 0,90
2.2.5.	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,30; 1,30	1,30; 1,30
2.2.6.	Stropy zewnętrzne	0,42	0,13
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,920	0,920
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,960	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,930
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	1,000
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	2,600	2,600
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,600	0,600
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000

2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,850	0,850
<b>2.5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	12160,86	12160,86
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,67	1,67
<b>2.6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	253,57	197,78
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie cwu [kW]	13,83	13,83
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	772,30	317,50
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1135,63	386,54
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	45,23	45,23
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak danych pomiarowych	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	108,31	44,53
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	159,26	54,21
2.6.10* *	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	12,25	12,70
<b>2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	81,66	81,66
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW·m-c)]	0,00	0,00
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej *** [zł/m <sup>3</sup> ]	20,64	20,64
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW·m-c)]	0,00	0,00

2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> ·m-c)]	4,09	1,37
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
<b>2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]	1863985,52	Roczna oszczędność kosztów energii cieplnej [zł/rok]	61170,11
Planowane koszty całkowite [zł]	1863985,52	Roczna oszczędność kosztów energii łącznie [zł/rok]	61170,11
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię ciepłą końcową [%]	63,44	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną końcową [%]	0,00
Zmniejszenie zapotrzebowania na energię ciepłą końcową [GJ/rok]	749,09	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną końcową [GJ/rok]	0,00
<b>Całkowite roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową łącznie [%]</b>	<b>57,83</b>	Uniknięta emisja CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> /rok]	421,48
<b>Całkowite zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową łącznie [GJ/rok]</b>	<b>749,09</b>	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	17,89
<b>2.9. Inne</b>			
1. W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego <b>ZOSTANIE</b> / <b>NIE ZOSTANIE</b> zastosowana wysokosprawna kogeneracja			
2. Budynek <b>JEST</b> / <b>NIE JEST</b> wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków			
3. Przedsięwzięcie <b>STANOWI</b> / <b>NIE STANOWI</b> przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy			
4. Z audytu energetycznego <b>WYNIKA</b> / <b>NIE WYNIKA</b> , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy <sup>10)</sup>			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku <b>NIE ZOSTANIE</b> zainstalowana instalacja odnawialnego źródła energii.			

\* Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

\*\* Uoze [%] 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.

\*\*\* Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

\*\*\*\* Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

\*\*\*\*\* Niepotrzebne skreślić

### 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

#### 3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm.
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
7. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 kwietnia 2020r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

#### 3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
4. PN-82/B-02402 - Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

#### 3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

#### 3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMOCAD PRO 7.5
3. Program Excel.

#### 3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Zmniejszenie strat energii w budynku

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

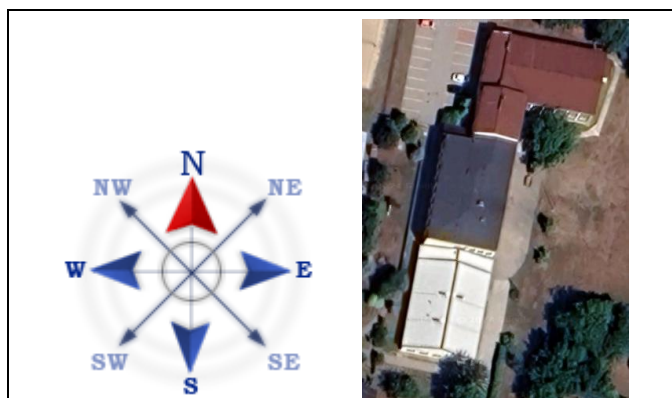
### 4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	11732,00 m <sup>3</sup>
Powierzchnia netto budynku	-	1980,70 m <sup>2</sup>
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m <sup>2</sup>
Współczynnik kształtu	-	0,52 m <sup>-1</sup>
Powierzchnia zabudowy budynku	-	1089,00 m <sup>2</sup>

### 4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Dokumentacja techniczna budynku znajduje się w załączniku stanowiącym integralną część audytu energetycznego.

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



### 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

#### 4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	0,18; 0,98; 0,55	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Dach/stropodach	0,11; 0,33; 0,72	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Okna	0,90; 2,00; 0,90	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Drzwi/bramy	1,30; 0,00; 1,30	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Podłogi na gruncie	0,24; 0,97; 0,97	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Stropy zewnętrzne	0,42	W/(m <sup>2</sup> ·K)

#### 4.4. Taryfy i opłaty

<b>Ceny ciepła - c.o.</b>	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	81,66 zł/GJ	81,66 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
<b>Ceny ciepła - c.w.u.</b>	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	192,50 zł/GJ	192,50 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 zł/(MW·m-c)

podgrzanie c.w.u.		
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
<b>4.5. Charakterystyka systemu grzewczego</b>		
<b>kotły gazowe kondensacyjne 100%</b>		
Wytwarzanie	Kotły gazowe kondensacyjne (70/55°C) o mocy nominalnej powyżej 50 do 120 kW Paliwo - gaz ziemny	$h_{H,g} = 0,920$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	$h_{H,d} = 0,960$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$h_{H,e} = 0,770$
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika buforowego	$h_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: ---	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: ---	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $h_{H,tot} = h_{H,g} h_{H,d} h_{H,e} h_{H,s} =$		0,680
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: <b>25%</b>
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
<b>4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej</b>		
<b>pompa ciepła 100%</b>		
Wytwarzanie ciepła	Pompa ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowa, napędzana elektrycznie	$h_{W,g} = 2,600$
Przesył ciepłej wody	Liczba punktów poboru ciepłej wody powyżej 30 do 100	$h_{W,d} = 0,600$
Regulacja i wykorzystanie	---	$h_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	$h_{W,s} = 0,850$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $h_{W,tot} = h_{W,g} h_{W,d} h_{W,s} h_{W,e} =$		1,326
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW
<b>4.7. Charakterystyka systemu wentylacji</b>		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza wentylacyjnego	12160,86	
Krotność wymian powietrza	1,67	

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie.

## 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Ściana zewnętrzna sala	Ściany zewnętrzne murowane, obustronnie otynkowane. Przegroda nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnego współczynnika przenikania ciepła przez przegrodę zgodnie z WT2021. Przegroda poddana analizie modernizacyjnej.
Ściana zewnętrzna szkoła część nowa	Ściany zewnętrzne murowane, ocieplone 15 cm styropianu, obustronnie otynkowane. Przegroda nie podlega analizie modernizacyjnej.
Ściana zewnętrzna szkoła część stara	Ściany zewnętrzne murowane, obustronnie otynkowane. Przegroda nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnego współczynnika przenikania ciepła przez przegrodę zgodnie z WT2021. Przegroda poddana analizie modernizacyjnej.
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie betonowa, w dobrym stanie technicznym. Przegroda nie podlega analizie modernizacyjnej.
Dach sala	Dach nad salą gimnastyczną kryty blachą, od wewnątrz deskowanie. Przegroda nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnego współczynnika przenikania ciepła przez przegrodę zgodnie z WT2021. Przegroda poddana analizie modernizacyjnej.
Dach nad starą częścią szkoły kryty papą	Dach nad starą częścią szkoły kryty papą, stropy żelbetowe. Przegroda nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnego współczynnika przenikania ciepła przez przegrodę zgodnie z WT2021. Przegroda poddana analizie modernizacyjnej.
Dach nad nową częścią szkoły	Dach nad nową częścią zbudowany z płyt warstwowych oraz ocieplony wełną mineralną. Przegroda nie podlega analizie modernizacyjnej.
Drzwi zewnętrzne	Drzwi zewnętrzne aluminium, w Sali gimnastycznej drewniane. Przegroda nie poddana analizie modernizacyjnej.
Okno zewnętrzne	Okna zewnętrzne PVC w starej części szkoły zamontowane w 2004 roku. Przegroda nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnego współczynnika przenikania ciepła przez przegrodę zgodnie z WT2021. Przyczyniają się do strat ciepła z budynku. Wymiana okien podlega analizie modernizacyjnej.  Okna w nowej części szkoły oraz na sali gimnastycznej nowe, szczelne, o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9$ . Nie podlegają wymianie
System grzewczy	Budynek ogrzewany centralnie za pomocą czterech kotłów gazowych kondensacyjnych. Ogrzewanie grzejnikowe. Grzejniki bez zaworów termostatycznych. Instalacja (przewody) 40 letnie. System grzewczy podlega analizie modernizacyjnej.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda użytkowa przygotowywana centralnie za pomocą dwóch pomp ciepła z zasobnikiem. System grzewczy nie podlega analizie modernizacyjnej.

## 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

### 6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
<b>Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna starej części szkoły</b>		
Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części szkoły poprzez demontaż starej warstwy styropianu, przygotowanie podłoża oraz ocieplenie ścian z użyciem styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/(m·K).		
Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:		
Wariant 1: o grubości warstwy izolacji przy której spełniona będzie wymagana wielkość oporu cieplnego wg WT2021		
Wariant 2: o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantcie 1		
Wariant 3: o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantcie 2		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Styropian grafitowy, <math>\lambda = 0,032</math> [W/(m·K)];</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>700,89m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>700,89m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3696,40</b> dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	<b>Wariant 1.1</b>	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	81,66	81,66	81,66
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	13	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	0,977	0,197	<b>0,175</b>
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	1,02	5,09	<b>5,71</b>
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	4,06	<b>4,69</b>
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	218,65	44,01	<b>39,19</b>
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0274	0,0055	<b>0,0049</b>
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	14261,27	<b>14654,56</b>
Cena jednostkowa usprawnienia $K_i$	zł/m <sup>2</sup>	---	420,00	<b>430,00</b>
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	294373,80	<b>301382,70</b>
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	20,64	<b>20,57</b>

#### Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

##### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 301382,70 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 20,57 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

##### Informacje uzupełniające:

Powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu jest różnicą pomiędzy powierzchnią ścian i okien oraz drzwi znajdujących się w tych ścianach.. W cenie jednostkowej mieszczą się wszystkie prace niezbędne do wykonania ocieplenia, m.in.: przygotowanie podłoża pod ocieplenie, wszystkie elementy systemu ocieplenia wraz z pracami i materiałami pomocniczymi, obróbka wnek przy oknach i drzwiach wraz z dociepleniem tych fragmentów styropianem („ciepły montaż” ). Podane ceny są cenami netto.

### Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

#### Modernizacja przegrody Stropodach kryty papą

Ocieplenie dachu krytego papą starej części szkoły materiałem izolacyjnym: styropapą o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/(m·K).

Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

Wariant 1: o grubości warstwy izolacji przy której spełniona będzie wymagana wielkość oporu cieplnego wg WT2021

Wariant 1.1: o grubości warstwy izolacyjnej o 4 cm większej niż w wariantie 1

Wariant 1.2: o grubości warstwy izolacyjnej o 4 cm większej niż w wariantie 1.1

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Styropapa, <math>\lambda = 0,036</math> [W/(m·K)];</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>544,50m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>544,50m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3696,40</b> dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	<b>Wariant 1.1</b>	Wariant 1.2	
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	81,66	81,66	<b>81,66</b>	81,66
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,00
Inne koszty, abonament $A_b$	zł/m-c	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	16	<b>20</b>	24
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	0,424	0,147	<b>0,126</b>	0,111
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	2,36	6,81	<b>7,92</b>	9,03
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	4,44	<b>5,56</b>	6,67
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	73,66	25,55	<b>21,97</b>	19,26
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0092	0,0032	<b>0,0028</b>	0,0024
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	3928,63	<b>4221,52</b>	4442,31
Cena jednostkowa usprawnienia $K_i$	zł/m <sup>2</sup>	---	310,00	<b>320,00</b>	340,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	168795,00	<b>174240,00</b>	185130,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	42,97	<b>41,27</b>	41,67

#### Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

##### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 174240,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 41,27 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

##### Informacje uzupełniające:

W cenie jednostkowej mieszczą się: przygotowanie podłoża pod ocieplenie, wszystkie elementy systemu ocieplenia wraz z pracami i materiałami pomocniczymi. Podane ceny są cenami netto.

### Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

#### Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna budynku z salą gimnastyczną

Ocieplenie ścian zewnętrznych z użyciem styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/(m\*K).

Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

Wariant 1: o grubości warstwy izolacji przy której spełniona będzie wymagana wielkość oporu cieplnego wg WT2021

Wariant 1.1: o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantcie 1

Wariant 1.2: o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantcie 1.1

Wariant 1.3: o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantcie 1.2

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Styropian grafitowy, <math>\lambda = 0,032</math> [W/(m·K)];</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>475,39m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>475,39m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3696,40</b> dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer			
			Wariant 1	Wariant 1.1	<b>Wariant 1.2</b>	Wariant 1.3
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	81,66	81,66	81,66	<b>81,66</b>	81,66
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	11	13	<b>15</b>	17
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	0,552	0,191	0,170	<b>0,154</b>	0,140
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	1,81	5,25	5,87	<b>6,50</b>	7,12
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	3,44	4,06	<b>4,69</b>	5,31
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	83,83	28,93	25,85	<b>23,36</b>	21,31
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0105	0,0036	0,0032	<b>0,0029</b>	0,0027
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	4483,12	4734,47	<b>4937,47</b>	5104,85
Cena jednostkowa usprawnienia $K_i$	zł/m <sup>2</sup>	---	410,00	420,00	<b>430,00</b>	450,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	194909,24	199663,13	<b>204417,01</b>	213924,78
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	43,48	42,17	<b>41,40</b>	41,91

#### Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

##### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 204417,01 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 41,40 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

##### Informacje uzupełniające:

Powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu jest różnicą pomiędzy powierzchnią ścian i okien oraz drzwi znajdujących się w tych ścianach.. W cenie jednostkowej mieszczą się wszystkie prace niezbędne do wykonania ocieplenia, m.in.: przygotowanie podłoża pod ocieplenie, wszystkie elementy systemu ocieplenia wraz z pracami i materiałami pomocniczymi, obróbka wnek przy oknach i drzwiach wraz z dociepleniem tych fragmentów styropianem („ciepły montaż” ). Podane ceny są cenami netto

### Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

#### Modernizacja przegrody Dach kryty blachą nad budynkiem z salą gimnastyczną

Modernizacja dachu nad budynkiem z salą gimnastyczną poprzez zastosowanie płyty warstwowej z rdzeniem izolacyjnym, o współczynniku przewodzenia ciepła nie wyższym niż 0,034 W/(m·K).

Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

Wariant 1: o grubości warstwy izolacji przy której spełniona będzie wymagana wielkość oporu cieplnego wg WT2021

Wariant 1.1: o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantcie 1

Wariant 1.2: o grubości warstwy izolacyjnej o 2 cm większej niż w wariantcie 1.1

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Płyta warstwowa z rdzeniem izolacyjnym, <math>\lambda = 0,03400</math> [W/(m·K)];</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>456,46m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>456,46m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3696,40</b> dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	81,66	81,66	<b>81,66</b>	81,66
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	18	<b>20</b>	22
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	0,719	0,150	<b>0,138</b>	0,127
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	1,39	6,68	<b>7,27</b>	7,86
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	5,29	<b>5,88</b>	6,47
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	104,86	21,81	<b>20,05</b>	18,55
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0131	0,0027	<b>0,0025</b>	0,0023
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	6782,26	<b>6926,31</b>	7048,80
Cena jednostkowa usprawnienia $K_i$	zł/m <sup>2</sup>	---	645,00	<b>650,00</b>	660,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	294416,70	<b>296699,00</b>	301263,60
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	43,41	<b>42,84</b>	42,74

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1**

#### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 296699,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 42,84 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

#### Informacje uzupełniające:

Z uwagi na miejscowe nieszczelności i rdzę na dachu w celu zabezpieczenia izolacji konieczna jest wymiana poszycia dachowego.

W cenie jednostkowej mieszczą się: wymiana poszycia dachowego, wszystkie elementy systemu ocieplenia wraz z pracami i materiałami pomocniczymi. Podane ceny są cenami netto.

## 6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji	
<b>Wymiana okien zewnętrznych w starej części szkoły</b>	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V <b>7088,55</b> m <sup>3</sup> /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją <b>196,38</b> m <sup>2</sup>	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji <b>196,38</b> m <sup>2</sup>	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów <b>196,38</b> m <sup>2</sup>	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna ( a > 4 )	
Stopniodni: <b>3696,40</b> dzień·K/rok    qi = <b>20,00</b> °C    qe = <b>-20,00</b> °C	

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	81,66	<b>81,66</b>	81,66
Opłata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	0,00	<b>0,00</b>	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	<b>0,00</b>	0,00
Współczynnik c <sub>m</sub>		1,35	<b>1,00</b>	1,00
Współczynnik c <sub>r</sub>		1,20	<b>0,70</b>	0,70
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	2,000	<b>0,900</b>	0,850
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	442,83	<b>241,59</b>	238,46
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,1459	<b>0,1035</b>	0,1031
Roczna oszczędność kosztów DO	zł/rok	---	<b>16433,06</b>	16689,13
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	---	<b>2578,28</b>	2758,28
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	<b>506323,32</b>	541671,03
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	<b>0,00</b>	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	<b>30,81</b>	32,46

### Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

#### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 506323,32 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 30,81 lat

**Stolarka bardzo szczelna ( a < 0,3 )**

**Modernizacja systemu wentylacji**

**U= 0,90**

Informacje uzupełniające:

Okna po modernizacji z nawiewnikami powietrza regulowanymi automatycznie.

### 6.3. Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

		Stan istniejący
Ciepło właściwe wody $c_w$	$[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$	4,18
Gęstość wody $\rho_w$	$[\text{kg}/\text{m}^3]$	1000
Temperatura ciepłej wody $\theta_w$	$[\text{°C}]$	55
Temperatura zimnej wody $\theta_o$	$[\text{°C}]$	10
Współczynnik korekcyjny $k_R$	$[-]$	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r$	$[\text{m}^2]$	1980,70
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. $V_{WI}$	$[\text{dm}^3/(\text{m}^2\cdot\text{doba})]$	0,80
Czas użytkowania $\tau$	$[\text{h}]$	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności $N_h$	$[-]$	4,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	$[-]$	2,60
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	$[-]$	0,60
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	$[-]$	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła $Q_{cw}$	$[\text{GJ}/\text{rok}]$	45,23
Max moc cieplna $q_{cwu}$	$[\text{kW}]$	13,83

### 6.4. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

W ramach modernizacji systemu grzewczego planowana jest wymiana starych żeliwnych grzejników bez regulacji miejscowej na grzejniki nowe z zaworami termostatycznymi.

#### 6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	$[\text{zł}/\text{GJ}]$	81,66	81,66
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	$[\text{zł}/\text{MW}]$	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	$[\text{zł}]$	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową	$[\text{GJ}]$	809,81	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	$[\text{MW}]$	0,2585	
Sprawność systemu grzewczego		0,680	0,821
Roczna oszczędność kosztów DO	$[\text{zł}/\text{a}]$	---	15954,47
Koszt modernizacji	$[\text{zł}]$	---	380923,49
SPBT	$[\text{lat}]$	---	23,88

#### 6.4.2. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w
Wytwarzania ciepła, $h_{H,g}$	0,920
Przesyłania ciepła, $h_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu grzewczego – grzejniki z zaworami termostatycznymi $h_{H,e}$	0,930
Akumulacji ciepła, $h_{H,s}$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia $w_t$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego $h_{H,g} \cdot h_{H,d} \cdot h_{H,e} \cdot h_{H,s}$	0,821

#### 6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
wymiana grzejników na nowe, z zaworami termostatycznymi wraz z wymianą instalacji c.o. na nową	380923,49
<b>Suma:</b>	<b>380923,49</b>

Koszt obejmuje kompleksową modernizację instalacji centralnego ogrzewania, polegającą na wymianie istniejących grzejników na nowe, wyposażone w zawory termostatyczne, wraz z całkowitą wymianą instalacji c.o. (przewodów rozprowadzających czynnik grzewczy).

Konieczność realizacji zadania wynika ze znacznego stopnia wyeksploatowania obecnej instalacji, której okres użytkowania wynosi około 40 lat. Istniejące przewody c.o. charakteryzują się wysokim stopniem zużycia technicznego, zwiększoną podatnością na awarie, nieszczelności oraz ograniczoną efektywnością hydrauliczną wynikającą m.in. z postępującej korozji wewnętrznej i odkładania się osadów zmniejszających przekrój przepływu.

Sama wymiana grzejników bez modernizacji starej instalacji nie zapewniłaby oczekiwanych efektów energetycznych ani prawidłowej pracy całego systemu grzewczego. Nowe grzejniki wyposażone w zawory termostatyczne wymagają sprawnej, szczelnej i dostosowanej hydraulicznie instalacji, umożliwiającej właściwą regulację parametrów pracy oraz efektywne zarządzanie energią cieplną.

Wymiana instalacji stanowi zatem niezbędny element całościowej modernizacji systemu centralnego ogrzewania i warunek osiągnięcia zakładanych efektów technicznych oraz energetycznych.

#### 6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

kotły gazowe kondensacyjne 100%	
Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania $h_g$	-
Ulepszenie sprawności przesyłu $h_d$	-
Ulepszenie sprawności regulacji $h_e$	wymiana grzejników na nowe, z zaworami termostatycznymi wraz z wymianą instalacji c.o. na nową
Ulepszenie sprawności akumulacji $h_s$	-
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu $w_t$ i $w_d$	-

## 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowanie według rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części szkoły	301382,70 zł	20,57
2.	Wymiana okien zewnętrznych w starej części szkoły	506323,32 zł	30,81
3.	Ocieplenie stropodachu krytego papą	174240,00 zł	41,27
4.	Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku z salą gimnastyczną	204417,01 zł	41,40
5.	Ocieplenie dachu i wymiana poszycia dachowego budynku z salą gimnastyczną	296699,00 zł	42,84
	Modernizacja systemu grzewczego – wymiana grzejników na nowe, z zaworami termostatycznymi wraz z wymianą instalacji	380923,49	23,88

### 7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części szkoły	301382,70
2	Wymiana okien zewnętrznych w starej części szkoły	506323,32
3	Ocieplenie stropodachu krytego papą	174240,00
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku z salą gimnastyczną	204417,01
5	Ocieplenie dachu i wymiana poszycia dachowego budynku z salą gimnastyczną	296699,00
6	Modernizacja systemu grzewczego – wymiana grzejników na nowe, z zaworami termostatycznymi wraz z wymianą instalacji	380923,49
Całkowity koszt		1863985,52

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części szkoły	301382,70
2	Wymiana okien zewnętrznych w starej części szkoły	506323,32
3	Ocieplenie stropodachu krytego papą	174240,00
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku z salą gimnastyczną	204417,01
5	Modernizacja systemu grzewczego	380923,49
Całkowity koszt		1567286,52

<b>Wariant 3</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części szkoły	301382,70
2	Wymiana okien zewnętrznych w starej części szkoły	506323,32
3	Ocieplenie stropodachu krytego papą	174240,00
4	Modernizacja systemu grzewczego	380923,49
Całkowity koszt		1362869,51

<b>Wariant 4</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części szkoły	301382,70
2	Wymiana okien zewnętrznych w starej części szkoły	506323,32
3	Modernizacja systemu grzewczego	380923,49
Całkowity koszt		1188629,51

<b>Wariant 5</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części szkoły	301382,70
2	Modernizacja systemu grzewczego	380923,49
Całkowity koszt		682306,19

<b>Wariant 6</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	380923,49
Całkowity koszt		380923,49

### 7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik ciepły budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni
	[MW]	[GJ]	°C	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	W/m <sup>3</sup>	1/m
0	0,2536	772,30	20,00	1980,70	7276,24	7276,24	7276,24	34,85	0,52
1	0,1978	317,50	20,00	1980,70	7276,24	7276,24	7276,24	28,36	0,52
2	0,2084	405,87	20,00	1980,70	7276,24	7276,24	7276,24	29,82	0,52
3	0,2160	471,30	20,00	1980,70	7276,24	7276,24	7276,24	30,86	0,52
4	0,2224	520,08	20,00	1980,70	7276,24	7276,24	7276,24	31,75	0,52
5	0,2311	588,25	20,00	1980,70	7276,24	7276,24	7276,24	31,76	0,52
6	0,2536	772,30	20,00	1980,70	7276,24	7276,24	7276,24	34,85	0,52

### 7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$h_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	DO	%DO
-	GJ MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	772,30 0,2536	45,23 0,0138	0,68	1,00	1,00	1236,02	101442,57	---	---
1	317,50 0,1978	45,23 0,0138	0,82	1,00	1,00	444,04	40272,36	61170,11	60,30
2	405,87 0,2084	45,23 0,0138	0,82	1,00	1,00	553,51	49057,76	52384,71	51,64
3	471,30 0,2160	45,23 0,0138	0,82	1,00	1,00	634,22	55563,49	45878,98	45,23
4	520,08 0,2224	45,23 0,0138	0,82	1,00	1,00	691,79	60412,40	41030,06	40,45
5	588,25 0,2311	45,23 0,0138	0,82	1,00	1,00	793,62	67190,04	34252,42	33,77
6	772,30 0,2536	45,23 0,0138	0,82	1,00	1,00	1031,16	85488,00	15954,47	15,73

## 7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)
	[zł]	[zł/rok]	[%]
1.	1863985,52	61170,11	60,30
2.	1567286,52	55733,99	55,22
3.	1362869,51	52384,71	51,64
4.	1188629,51	44442,43	44,03
5.	682306,19	45878,98	45,23
6.	380923,49	16729,46	16,57

## 7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wybrany wariant do realizacji: nr 1.

- planowany koszt całkowity	---	1863985,52 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	61170,11 zł	tj.	60,30 %

## 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.

<p><b>P1</b></p> <p>Usprawnienie: <b>Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części szkoły</b></p> <p>Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm</p> <p>Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian grafitowy</p>
<p><b>P2</b></p> <p>Usprawnienie: <b>Ocieplenie stropodachu krytego papą</b></p> <p>Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm</p> <p>Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropapa</p>
<p><b>P3</b></p> <p>Usprawnienie: <b>Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku z salą gimnastyczną</b></p> <p>Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm</p> <p>Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian grafitowy</p>
<p><b>P4</b></p> <p>Usprawnienie: <b>Ocieplenie dachu i wymiana poszycia dachowego budynku z salą gimnastyczną</b></p> <p>Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm</p> <p>Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta warstwowa z rdzeniem izolacyjnym</p>
<p><b>O1</b></p> <p>Usprawnienie: <b>Wymiana okien zewnętrznych w starej części szkoły</b></p> <p>Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 0,900 W/(m<sup>2</sup>·K)</p> <p>Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ( a &lt; 0,3 )</p>
<p><b>C.O.</b></p> <p>Usprawnienie: <b>modernizacja instalacji grzewczej</b></p> <p>Wymagany zakres prac modernizacyjnych:</p> <p>1. wymiana grzejników na nowe, z zaworami termostatycznymi wraz z wymianą instalacji c.o. na nową</p>

## 9. Podsumowanie

Tabela poniżej prezentuje usprawnienia, wchodzące w skład wszystkich modernizacji wyznaczonych na podstawie audytu energetycznego

<b>Wariant 1</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części szkoły	301382,70
2	Wymiana okien zewnętrznych w starej części szkoły	506323,32
3	Ocieplenie stropodachu krytego papą	174240,00
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku z salą gimnastyczną	204417,01
5	Ocieplenie dachu i wymiana poszycia dachowego budynku z salą gimnastyczną	296699,00
6	Modernizacja systemu grzewczego – wymiana grzejników na nowe, z zaworami termostatycznymi wraz z wymianą instalacji	380923,49
Całkowity koszt		1863985,52

Audyt energetyczny wykazał, że wykonanie wszystkich proponowanych usprawnień spowoduje zmniejszenie zużycia energii cieplnej końcowej o:	<b>749,09</b>	GJ/rok
Zużycie energii cieplnej końcowej przed modernizacją:	<b>1180,86</b>	GJ/rok
Zużycie energii cieplnej końcowej po modernizacji:	<b>431,77</b>	GJ/rok
Procentowa redukcja zużycia energii cieplnej końcowej wyniesie:	<b>63,44</b>	%
Zużycie energii elektrycznej końcowej przed modernizacją:	<b>114,53</b>	GJ/rok
Zużycie energii elektrycznej końcowej po modernizacji:	<b>114,53</b>	GJ/rok
Redukcja energii elektrycznej końcowej	<b>0,00</b>	GJ/rok
Procentowa redukcja zużycia energii elektrycznej końcowej wyniesie:	<b>0,00</b>	%
Całkowite zapotrzebowanie na energię końcową przed modernizacją	<b>1295,39</b>	GJ/rok
Całkowite zapotrzebowanie na energię końcową po modernizacji	<b>546,30</b>	GJ/rok
Całkowita redukcja energii końcowej	<b>749,09</b>	GJ/rok
Całkowita procentowa redukcja zużycia energii końcowej wyniesie:	<b>57,83</b>	%

## Załącznik 1 Stan budynku przed modernizacją

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>R</i>	<i>U<sub>c</sub></i>	
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)	
1	<b>Ściana zew. nowa, przegroda jednorodna</b>					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	2	Styropian	0,150	0,031	4,839	-
	3	Ściana konsyrukcyjna	0,300	0,620	0,484	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,47</b>	-	<b>5,52</b>	<b>0,18</b>
2	<b>Podłoga na gruncie nowa, przegroda jednorodna</b>					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,00	-
	4	Piasek zagęszczony	0,300	0,400	0,750	-
	5	Wylewka betonowa	0,100	1,400	0,071	-
	6	Styropian	0,100	0,032	3,125	-
	7	Posadzka betonowa	0,060	1,400	0,043	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,56</b>	-	<b>4,16</b>	<b>0,24</b>

Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>R</i>	<i>U<sub>c</sub></i>	
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)	
3	<b>Dach nowa część, przegroda jednorodna</b>					
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-	
	8	Płyta warstwowa z okładzinami metalowymi	0,160	0,038	4,211	-
	9	Drewniana konstrukcja dachu	0,040	0,160	0,250	-
	10	Wełna mineralna	0,150	0,032	4,688	-
	11	Sufit podwieszany	0,050	0,300	0,167	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,40</b>	-	<b>9,45</b>	<b>0,11</b>
4	<b>Ściana zew. stara, przegroda jednorodna</b>					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,04	-	
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	12	cegła	0,250	0,770	0,325	-
	13	Niewentylowane warstwy powietrza	0,040	0,000	0,180	-
	12	cegła	0,250	0,770	0,325	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-	
<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,56</b>	-	<b>1,02</b>	<b>0,98</b>	

Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>R</i>	<i>U<sub>c</sub></i>	
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)	
5	<b>Ściana zew.sala, przegroda jednorodna</b>					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,04	-	
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	14	cegła MAX	0,250	0,620	0,403	-
	15	Styropian	0,040	0,045	0,889	-
	16	Cegła	0,250	0,770	0,325	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-	
<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,56</b>	-	<b>1,81</b>	<b>0,55</b>	
6	<b>Stropodach kryty papą, przegroda jednorodna</b>					
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,04	-	
	17	Papa	0,010	0,180	0,056	-
	18	Izolacja istniejąca	0,100	0,050	2,000	-
	19	Strop żelbetowy	0,260	1,700	0,153	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	67	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,10	-	
<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,38</b>	-	<b>2,36</b>	<b>0,42</b>	

Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>R</i>	<i>U<sub>c</sub></i>	
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)	
7	<b>Dach kryty blachą nad starą częścią szkoły, przegroda jednorodna</b>					
	64	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-	
	20	Blacha falista	0,010	58,000	0,000	-
	21	Wełna mineralna	0,120	0,045	2,667	-
	22	Strop	0,200	0,870	0,230	-
	65	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,33</b>	-	<b>3,04</b>	<b>0,33</b>
8	<b>Dach kryty blachą nad salą gimnastyczną, przegroda jednorodna</b>					
	64	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-	
	20	Blacha falista	0,010	58,000	0,000	-
	23	Wełna mineralna	0,050	0,050	1,000	-
	24	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,040	0,160	0,250	-
	65	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,10</b>	-	<b>1,39</b>	<b>0,72</b>
9	<b>Podłoga na gruncie stara część, przegroda jednorodna</b>					
	62	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,00	-	
	4	Piasek zagęszczony	0,300	0,400	0,750	-
	5	Wylewka betonowa	0,100	1,400	0,071	-
	7	Posadzka betonowa	0,060	1,400	0,043	-
	63	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,17	-	
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,46</b>	-	<b>1,03</b>	<b>0,97</b>

Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>R</i>	<i>U<sub>c</sub></i>	
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)	
10	<b>Podłoga na gruncie sala, przegroda jednorodna</b>					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,00	-	
	4	Piasek zagęszczony	0,300	0,400	0,750	-
	5	Wylewka betonowa	0,100	1,400	0,071	-
	7	Posadzka betonowa	0,060	1,400	0,043	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,17	-	
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,46</b>	-	<b>1,03</b>	<b>0,97</b>
11	<b>Ściana na gruncie, przegroda jednorodna</b>					
	68	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,00	-	
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	12	cegła	0,250	0,770	0,325	-
	13	Niewentylowane warstwy powietrza	0,040	0,000	0,180	-
	12	cegła	0,250	0,770	0,325	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-	
<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,56</b>	-	<b>0,98</b>	<b>1,02</b>	
12	<b>Okno zew. nowe, przegroda jednorodna</b>					
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		-	-	-	<b>0,9</b>
13	<b>Drzwi zew. nowe, przegroda jednorodna</b>					
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		-	-	-	<b>1,3</b>
14	<b>Okno zew. stara część , przegroda jednorodna</b>					
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		-	-	-	<b>2</b>
15	<b>Okno zew. sala, przegroda jednorodna</b>					
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		-	-	-	<b>0,9</b>

Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>R</i>	<i>U<sub>c</sub></i>
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)
16	Drzwi zew. sala, przegroda jednorodna				
	Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i>		-	-	-
17	Drzwi. stara część, przegroda jednorodna				
	Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i>		-	-	-

Obliczenia zbiorcze dla strefy Nowa część szkoły												
Temperatura wewnętrzna strefy									<i>q<sub>i</sub></i>	20,00	°C	
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze									<i>A<sub>f</sub></i>	415,0	m <sup>2</sup>	
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi									<i>q<sub>int</sub></i>	3,2	W/m <sup>2</sup>	
Pojemność cieplna budynku									<i>C<sub>m</sub></i>	68475000	J/K	
Stała czasowa budynku									<i>t</i>	52,3	h	
Udział granicznych potrzeb ciepła									<i>g<sub>H,lim</sub></i>	1,2	-	
-									<i>a<sub>H</sub></i>	4,5	-	
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji <i>Q<sub>H,nd,n</sub></i> kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna <i>q<sub>e</sub></i> , °C	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	16,6	17,5	17,9	12,9	6,6	3,8	0,7
Liczba godzin w miesiącu <i>t<sub>m</sub></i> , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	2819	2546	2241	1611	872	442	336	282	922	1799	2104	2590
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (q_i - q_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	2819	2546	2241	1611	872	442	336	282	922	1799	2104	2590
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia <i>Q<sub>sol</sub></i> , kWh/m-c	878	938	2063	2687	3599	3804	3666	3200	2134	1499	708	555
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	988	892	988	956	988	956	988	988	956	988	956	988
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	1866	1830	3051	3643	4587	4760	4654	4189	3090	2487	1665	1543
$g_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,33	0,36	0,68	1,12	2,61	5,34	6,88	7,37	1,66	0,69	0,39	0,30
<i>g<sub>H,1</sub></i>	0,31	0,34	0,52	0,90	1,86	0,00	0,00	0,00	1,17	0,54	0,34	0,31
<i>g<sub>H,2</sub></i>	0,34	0,52	0,90	1,86	3,98	0,00	0,00	0,00	4,52	1,17	0,54	0,34
<i>f<sub>H,m</sub></i>	1,00	1,00	1,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	1,00	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania	1,00	0,99	0,94	0,77	0,38	0,19	0,15	0,14	0,58	0,93	0,99	1,00

zysków ciepła, $h_{H,gn}$												
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - h_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	3826,41	3315,50	1661,32	450,40	14,82	0,39	0,10	0,06	80,88	1304,69	2594,11	3685,22
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_M$ kWh/m-c	2865	2588	2279	1637	887	449	341	287	938	1828	2139	2633
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c	5684	5134	4520	3248	1759	891	677	568	1860	3627	4243	5224
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=S(Q_{H,nd,n})$ , kWh/rok											16933,9	

Obliczenia zbiorcze dla strefy Sala												
Temperatura wewnętrzna strefy	$q_i$	20,00	°C									
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze	$A_f$	460,0	m <sup>2</sup>									
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi	$q_{int}$	5,6	W/m <sup>2</sup>									
Pojemność cieplna budynku	$C_m$	75900000	J/K									
Stała czasowa budynku	$t$	21,4	h									
Udział granicznych potrzeb ciepła	$g_{H,lim}$	1,4	-									
-	$a_H$	2,4	-									
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd,n}$ kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna $q_e$ , °C	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	16,6	17,5	17,9	12,9	6,6	3,8	0,7
Liczba godzin w miesiącu $t_m$ , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	10856	9806	8633	6203	3360	1701	1292	1086	3552	6927	8105	9977
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (q_i - q_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,tr}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	10856	9806	8633	6203	3360	1701	1292	1086	3552	6927	8105	9977
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia $Q_{sol}$ , kWh/m-c	455	494	1062	1483	1909	2140	2026	1772	1214	812	397	319
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	1923	1737	1923	1861	1923	1861	1923	1923	1861	1923	1861	1923
Miesięczne zyski ciepła	2378	2231	2985	3345	3832	4002	3949	3695	3076	2735	2258	2242

$Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c												
$g_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,15	0,16	0,24	0,38	0,80	1,66	2,15	2,40	0,61	0,28	0,20	0,16
$g_{H,1}$	0,16	0,16	0,20	0,31	0,59	0,00	0,00	0,00	0,44	0,24	0,18	0,16
$g_{H,2}$	0,16	0,20	0,31	0,59	1,23	0,00	0,00	0,00	1,51	0,44	0,24	0,18
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,95	1,00	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $h_{H,gn}$	0,99	0,99	0,98	0,94	0,78	0,52	0,42	0,39	0,86	0,97	0,98	0,99
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - h_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	1303 7,69	1169 5,44	9330 ,91	5657 ,98	1773 ,37	340, 62	164, 28	112, 91	2404 ,82	7177 ,48	9269 ,65	1192 7,86
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_M$ kWh/m-c	4538	4099	3609	2593	1405	711	540	454	1485	2896	3388	4171
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c	1539 4	1390 5	1224 2	8797	4765	2412	1833	1539	5037	9823	1149 3	1414 8
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=S(Q_{H,nd,n})$ , kWh/rok											72893,0	

Obliczenia zbiorcze dla strefy Stara część												
Temperatura wewnętrzna strefy	$q_i$	20,00	°C									
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze	$A_f$	1105,7	m <sup>2</sup>									
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi	$q_{int}$	3,2	W/m <sup>2</sup>									
Pojemność cieplna budynku	$C_m$	182440500	J/K									
Stała czasowa budynku	$t$	25,0	h									
Udział granicznych potrzeb ciepła	$g_{H,lim}$	1,4	-									
-	$a_H$	2,7	-									
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd,n}$ kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna $q_e$ , °C	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	16,6	17,5	17,9	12,9	6,6	3,8	0,7
Liczba godzin w miesiącu $t_m$ , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	2384 9	2154 1	1896 5	1362 8	7382	3737	2839	2385	7803	1521 8	1780 4	2191 8
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (q_i - q_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$	2384 9	2154 1	1896 5	1362 8	7382	3737	2839	2385	7803	1521 8	1780 4	2191 8

kWh/m-c												
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia $Q_{sol}$ , kWh/m-c	2628	2978	6841	9428	12825	13739	13208	11253	7339	4882	2320	1836
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	2632	2378	2632	2548	2632	2548	2632	2632	2548	2632	2548	2632
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	5261	5355	9474	11976	15458	16287	15840	13886	9887	7514	4868	4469
$g_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,17	0,19	0,38	0,66	1,57	3,28	4,20	4,38	0,95	0,37	0,21	0,15
$g_{H,1}$	0,16	0,18	0,28	0,52	1,12	0,00	0,00	0,00	0,66	0,29	0,18	0,16
$g_{H,2}$	0,18	0,28	0,52	1,12	2,43	0,00	0,00	0,00	2,67	0,66	0,29	0,18
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	1,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,62	1,00	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $h_{H,gn}$	0,99	0,99	0,95	0,86	0,55	0,30	0,23	0,22	0,74	0,95	0,99	0,99
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - h_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	26489,19	23338,96	16193,91	7871,20	1318,03	147,95	63,33	48,06	3016,21	13068,50	18865,05	24702,88
Całkowita ilość ciepła przeniesionego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	7865	7104	6254	4494	2434	1232	936	786	2573	5018	5871	7228
Całkowita ilość ciepła przeniesionego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c	31713	28644	25220	18122	9816	4969	3775	3171	10376	20236	23675	29146
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=S(Q_{H,nd,n})$ , kWh/rok											135123,3	

### Zestawienie stref

Zestawienie stref					
Numer strefy	Nazwa strefy	A	V	t	Zapotrzebowanie na ciepło
	-	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	°C	kWh/rok
1	Nowa część szkoły	415,00	1245,00	20,00	16933,91
1	Budynek z salą gimnastyczną	460,00	2493,00	20,00	72893,02
1	Stara część szkoły	1105,70	3538,24	20,00	135123,26
<b>Całkowite zapotrzebowanie strefy</b>			<b><math>Q_{H,nd}</math> [kWh/rok]</b>		<b>224950,19</b>

## Załącznik 2 Stan budynku po modernizacji

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych

**Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych**

Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>R</i>	<i>U<sub>c</sub></i>	
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)	
<b>1</b>	<b>Ściana zew. nowa, przegroda jednorodna</b>					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,04	-	
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	2	Styropian	0,150	0,031	4,839	-
	3	Ściana konsyrukcyjna	0,300	0,620	0,484	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-	
	<b>Grubość całkowita i U<sub>k</sub></b>		<b>0,47</b>	-	<b>5,52</b>	<b>0,18</b>
<b>2</b>	<b>Podłoga na gruncie nowa, przegroda jednorodna</b>					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,00	-	
	4	Piasek zagęszczony	0,300	0,400	0,750	-
	5	Wylewka betonowa	0,100	1,400	0,071	-
	6	Styropian	0,100	0,032	3,125	-
	7	Posadzka betonowa	0,060	1,400	0,043	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,17	-	
	<b>Grubość całkowita i U<sub>k</sub></b>		<b>0,56</b>	-	<b>4,16</b>	<b>0,24</b>

Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>R</i>	<i>U<sub>c</sub></i>	
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)	
3	<b>Dach nowa część, przegroda jednorodna</b>					
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-	
	8	Płyta warstwowa z okładzinami metalowymi	0,160	0,038	4,211	-
	9	Drewniana konstrukcja dachu	0,040	0,160	0,250	-
	10	Wełna mineralna	0,150	0,032	4,688	-
	11	Sufit podwieszany	0,050	0,300	0,167	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,40</b>	-	<b>9,45</b>	<b>0,11</b>
4	<b>Ściana zew. stara, przegroda jednorodna</b>					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,04	-	
	12	Styropian grafitowy	0,150	0,032	4,688	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	13	cegła	0,250	0,770	0,325	-
	14	Niewentylowane warstwy powietrza	0,040	0,000	0,180	-
	13	cegła	0,250	0,770	0,325	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-	
<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,71</b>	-	<b>5,71</b>	<b>0,18</b>	

Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>R</i>	<i>U<sub>c</sub></i>	
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)	
5	<b>Ściana zew.sala, przegroda jednorodna</b>					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,04	-	
	12	Styropian grafitowy	0,150	0,032	4,688	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	15	cegła MAX	0,250	0,620	0,403	-
	16	Styropian	0,040	0,045	0,889	-
	17	Cegła	0,250	0,770	0,325	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-	
<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,71</b>	-	<b>6,50</b>	<b>0,15</b>	
6	<b>Stropodach kryty papą, przegroda jednorodna</b>					
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,04	-	
	18	Styropapa	0,200	0,036	5,556	-
	19	Papa	0,010	0,180	0,056	-
	20	Izolacja istniejąca	0,100	0,050	2,000	-
	21	Strop żelbetowy	0,260	1,700	0,153	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	67	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,10	-	
<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,58</b>	-	<b>7,92</b>	<b>0,13</b>	

Kody Element Materiał	Opis	$d$	$l$	$R$	$U_c$	
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)	
7	<b>Dach kryty blachą nad starą częścią szkoły, przegroda jednorodna</b>					
	64	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-	
	22	Blacha falista	0,010	58,000	0,000	-
	23	Wełna mineralna	0,120	0,045	2,667	-
	24	Strop	0,200	0,870	0,230	-
	65	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	
	<b>Grubość całkowita i <math>U_k</math></b>		<b>0,33</b>	-	<b>3,04</b>	<b>0,33</b>
8	<b>Dach kryty blachą nad salą gimnastyczną, przegroda jednorodna</b>					
	64	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,04	-	
	25	Płyta warstwowa z rdzeniem izolacyjnym	0,200	0,034	5,882	-
	22	Blacha falista	0,010	58,000	0,000	-
	26	Wełna mineralna	0,050	0,050	1,000	-
	27	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,040	0,160	0,250	-
	65	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	
<b>Grubość całkowita i <math>U_k</math></b>		<b>0,30</b>	-	<b>7,27</b>	<b>0,14</b>	
9	<b>Podłoga na gruncie stara część, przegroda jednorodna</b>					
	62	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,00	-	
	4	Piasek zagęszczony	0,300	0,400	0,750	-
	5	Wylewka betonowa	0,100	1,400	0,071	-
	7	Posadzka betonowa	0,060	1,400	0,043	-
	63	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,17	-	
<b>Grubość całkowita i <math>U_k</math></b>		<b>0,46</b>	-	<b>1,03</b>	<b>0,97</b>	

Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>R</i>	<i>U<sub>c</sub></i>	
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)	
10	<b>Podłoga na gruncie sala, przegroda jednorodna</b>					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,00	-	
	4	Piasek zagęszczony	0,300	0,400	0,750	-
	5	Wylewka betonowa	0,100	1,400	0,071	-
	7	Posadzka betonowa	0,060	1,400	0,043	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,17	-	
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,46</b>	-	<b>1,03</b>	<b>0,97</b>
11	<b>Ściana na gruncie, przegroda jednorodna</b>					
	68	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,00	-	
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
	13	cegła	0,250	0,770	0,325	-
	14	Niewentylowane warstwy powietrza	0,040	0,000	0,180	-
	13	cegła	0,250	0,770	0,325	-
	1	Tynk	0,010	0,820	0,012	-
61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-		
<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		<b>0,56</b>	-	<b>0,98</b>	<b>1,02</b>	
12	<b>Okno zew. nowe, przegroda jednorodna</b>					
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		-	-	-	<b>0,9</b>
13	<b>Drzwi zew. nowe, przegroda jednorodna</b>					
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		-	-	-	<b>1,3</b>
14	<b>Okno zew. stara część , przegroda jednorodna</b>					
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		-	-	-	<b>0,9</b>
15	<b>Okno zew. sala, przegroda jednorodna</b>					
	<b>Grubość całkowita i <i>U<sub>k</sub></i></b>		-	-	-	<b>0,9</b>

Kody Element Materiał	Opis	$d$	$l$	$R$	$U_c$
		m	W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	W/(m <sup>2</sup> ·K)
16	Drzwi zew. sala, przegroda jednorodna				
	Grubość całkowita i $U_k$		-	-	-
17	Drzwi. stara część, przegroda jednorodna				
	Grubość całkowita i $U_k$		-	-	-

Obliczenia zbiorcze dla strefy Nowa część szkoły												
Temperatura wewnętrzna strefy										$\theta_i$	20,00	°C
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze										$A_f$	415,0	m <sup>2</sup>
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi										$q_{int}$	3,2	W/m <sup>2</sup>
Pojemność cieplna budynku										$C_m$	106152607	J/K
Stała czasowa budynku										$\tau$	81,1	h
Udział granicznych potrzeb ciepła										$\gamma_{H,lim}$	1,2	-
-										$a_H$	6,4	-
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd,n}$ kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna $\theta_e$ , °C	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	16,6	17,5	17,9	12,9	6,6	3,8	0,7
Liczba godzin w miesiącu $t_m$ , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	2819	2546	2241	1611	872	442	336	282	922	1799	2104	2590
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	2819	2546	2241	1611	872	442	336	282	922	1799	2104	2590
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia $Q_{sol}$ , kWh/m-c	878	938	2063	2687	3599	3804	3666	3200	2134	1499	708	555
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	988	892	988	956	988	956	988	988	956	988	956	988
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	1866	1830	3051	3643	4587	4760	4654	4189	3090	2487	1665	1543
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,33	0,36	0,68	1,12	2,61	5,34	6,88	7,37	1,66	0,69	0,39	0,30
$\gamma_{H,1}$	0,31	0,34	0,52	0,90	1,86	0,00	0,00	0,00	1,17	0,54	0,34	0,31
$\gamma_{H,2}$	0,34	0,52	0,90	1,86	3,98	0,00	0,00	0,00	4,52	1,17	0,54	0,34
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania	1,00	1,00	0,97	0,81	0,38	0,19	0,15	0,14	0,59	0,97	1,00	1,00

zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$												
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	3818,91	3305,53	1553,60	294,92	2,35	0,02	0,00	0,00	29,34	1214,37	2581,35	3681,07
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	2865	2588	2279	1637	887	449	341	287	938	1828	2139	2633
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c	5684	5134	4520	3248	1759	891	677	568	1860	3627	4243	5224
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$ , kWh/rok											16481,5	

Obliczenia zbiorcze dla strefy Sala												
Temperatura wewnętrzna strefy	$\theta_i$	20,00	°C									
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze	$A_f$	460,0	m <sup>2</sup>									
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi	$q_{int}$	5,6	W/m <sup>2</sup>									
Pojemność cieplna budynku	$C_m$	206635753	J/K									
Stała czasowa budynku	$\tau$	112,0	h									
Udział granicznych potrzeb ciepła	$Y_{H,lim}$	1,1	-									
-	$a_H$	8,5	-									
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd,n}$ kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna $\theta_e$ , °C	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	16,6	17,5	17,9	12,9	6,6	3,8	0,7
Liczba godzin w miesiącu $t_m$ , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	3470	3134	2760	1983	1074	544	413	347	1135	2214	2591	3189
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	3470	3134	2760	1983	1074	544	413	347	1135	2214	2591	3189
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia $Q_{sol}$ , kWh/m-c	455	494	1062	1483	1909	2140	2026	1772	1214	812	397	319
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	1923	1737	1923	1861	1923	1861	1923	1923	1861	1923	1861	1923

Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	2378	2231	2985	3345	3832	4002	3949	3695	3076	2735	2258	2242
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,30	0,31	0,47	0,73	1,55	3,19	4,14	4,61	1,17	0,54	0,38	0,30
$\gamma_{H,1}$	0,30	0,30	0,39	0,60	1,14	0,00	0,00	0,00	0,85	0,46	0,34	0,30
$\gamma_{H,2}$	0,30	0,39	0,60	1,14	2,37	0,00	0,00	0,00	2,89	0,85	0,46	0,34
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	1,00	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$	1,00	1,00	1,00	0,98	0,64	0,31	0,24	0,22	0,81	1,00	1,00	1,00
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} \cdot \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	5630,21	5002,27	3385,87	1298,37	22,26	0,05	0,00	0,00	128,00	2381,18	3721,03	5118,34
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	4538	4099	3609	2593	1405	711	540	454	1485	2896	3388	4171
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c	8008	7233	6369	4576	2479	1255	953	801	2620	5110	5979	7360
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$ , kWh/rok											26687,6	

Obliczenia zbiorcze dla strefy Stara część												
Temperatura wewnętrzna strefy	$\theta_i$	20,00	°C									
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze	$A_f$	1105,7	m <sup>2</sup>									
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi	$q_{int}$	3,2	W/m <sup>2</sup>									
Pojemność cieplna budynku	$C_m$	349500618	J/K									
Stała czasowa budynku	$\tau$	98,7	h									
Udział granicznych potrzeb ciepła	$\gamma_{H,lim}$	1,1	-									
-	$a_H$	7,6	-									
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd,n}$ kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna $\theta_e$ , °C	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	16,6	17,5	17,9	12,9	6,6	3,8	0,7
Liczba godzin w miesiącu $t_m$ , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	7503	6777	5967	4288	2322	1176	893	750	2455	4788	5601	6896
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$	7503	6777	5967	4288	2322	1176	893	750	2455	4788	5601	6896

kWh/m-c												
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia $Q_{sol}$ , kWh/m-c	2128	2398	5431	7490	10155	10900	10442	8972	5906	3950	1870	1474
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A \cdot t_m$ kWh/m-c	2632	2378	2632	2548	2632	2548	2632	2632	2548	2632	2548	2632
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	4760	4776	8064	10038	12788	13447	13074	11604	8454	6582	4417	4107
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,31	0,34	0,66	1,14	2,69	5,58	7,15	7,55	1,68	0,67	0,39	0,29
$\gamma_{H,1}$	0,30	0,33	0,50	0,90	1,92	0,00	0,00	0,00	1,18	0,53	0,34	0,30
$\gamma_{H,2}$	0,33	0,50	0,90	1,92	4,14	0,00	0,00	0,00	4,62	1,18	0,53	0,34
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$	1,00	1,00	0,99	0,82	0,37	0,18	0,14	0,13	0,59	0,98	1,00	1,00
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	10607,90	9105,62	4278,07	584,49	1,66	0,00	0,00	0,00	40,16	3332,96	7057,42	10017,44
Całkowita ilość ciepła przeniesionego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	7865	7104	6254	4494	2434	1232	936	786	2573	5018	5871	7228
Całkowita ilość ciepła przeniesionego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c	15368	13881	12221	8782	4757	2408	1830	1537	5028	9806	11473	14124
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$ , kWh/rok											45025,7	

### Zestawienie stref

Zestawienie stref					
Numer strefy	Nazwa strefy	A	V	t	Zapotrzebowanie na ciepło
	-	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	°C	kWh/rok
1	Nowa część szkoły	415,00	1245,00	20,00	16481,45
1	Sala	460,00	2493,00	20,00	26687,57
1	Stara część	1105,70	3538,24	20,00	45025,72
<b>Całkowite zapotrzebowanie strefy</b>			<b><math>Q_{H,nd}</math> [kWh/rok]</b>		<b>88194,74</b>

### Załącznik 3 Obliczenia efektu ekologicznego i energii pierwotnej

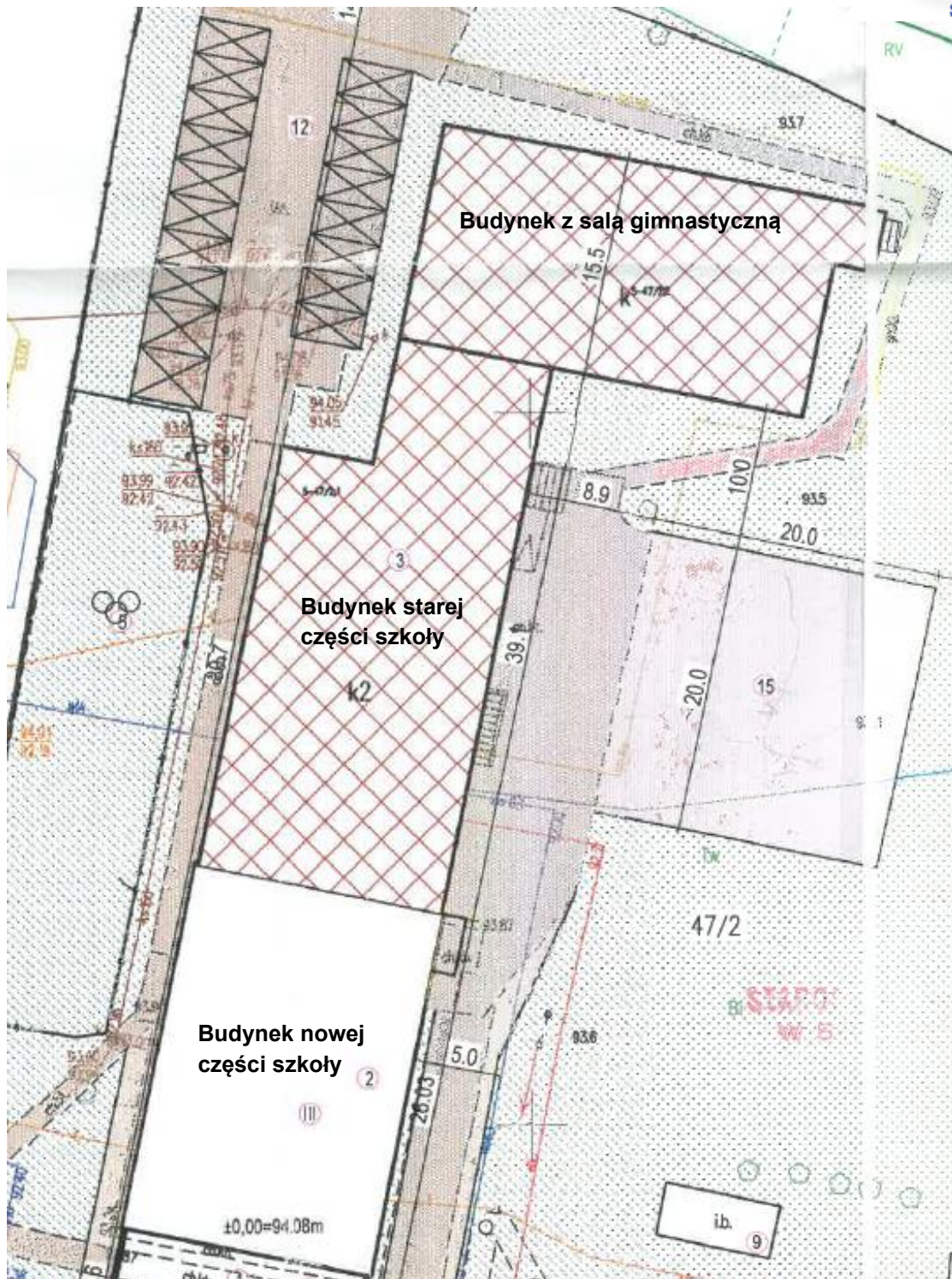
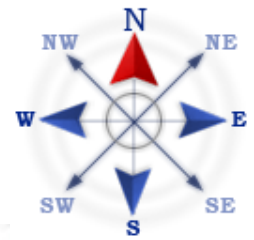
<b>Przed modernizacją</b>					
Emisja CO <sub>2</sub> :			77,30	Mg/rok	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania:			315452,78	kWh/rok	
			1135,63	GJ/rok	
Rodzaj paliwa	gaz ziemny	100%	WO=	48,00	GJ/MWh
			WE=	55,37	kg/GJ
			wi=	1,10	-
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do c.w.u.:			12563,89	kWh/rok	
			45,23	GJ/rok	
Rodzaj paliwa	energia elektryczna	100%	WO=	3,60	GJ/MWh
			WE=	196,67	kg/GJ
			wi=	2,50	-
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową - energia elektryczna			31813,87	kWh/rok	
			114,53	GJ/rok	
Rodzaj paliwa	energia elektryczna	100%	WO=	3,60	GJ/MWh
			WE=	196,67	kg/GJ
			wi=	2,50	-
Dodatkowa redukcja emisji CO <sub>2</sub> - panele PV (istniejące)			24011,00	kWh/rok	
			86,44	GJ/rok	
Rodzaj paliwa	energia słoneczna	100%	WO=	3,60	GJ/MWh
			WE=	-196,67	kg/GJ
			wi=	0,00	-
<b>Po modernizacji</b>					
Emisja CO <sub>2</sub> :			35,82	Mg/rok	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania:			107372,22	kWh/rok	
			386,54	GJ/rok	
Rodzaj paliwa	gaz ziemny	100%	WO=	48,00	GJ/MWh
			WE=	55,37	kg/GJ
			wi=	1,10	-
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do c.w.u.:			12563,89	kWh/rok	
			45,23	GJ/rok	
Rodzaj paliwa	energia elektryczna	100%	WO=	3,60	GJ/MWh
			WE=	196,67	kg/GJ
			wi=	2,50	-
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową - energia elektryczna			31813,87	kWh/rok	
			114,53	GJ/rok	
Rodzaj paliwa	energia elektryczna	100%	WO=	3,60	GJ/MWh
			WE=	196,67	kg/GJ
			wi=	2,50	-
Dodatkowa redukcja emisji CO <sub>2</sub> - panele PV (istniejące)			24011,00	kWh/rok	
			86,44	GJ/rok	
Rodzaj paliwa	energia słoneczna	100%	WO=	3,60	GJ/MWh
			WE=	-196,67	kg/GJ
			wi=	0,00	-

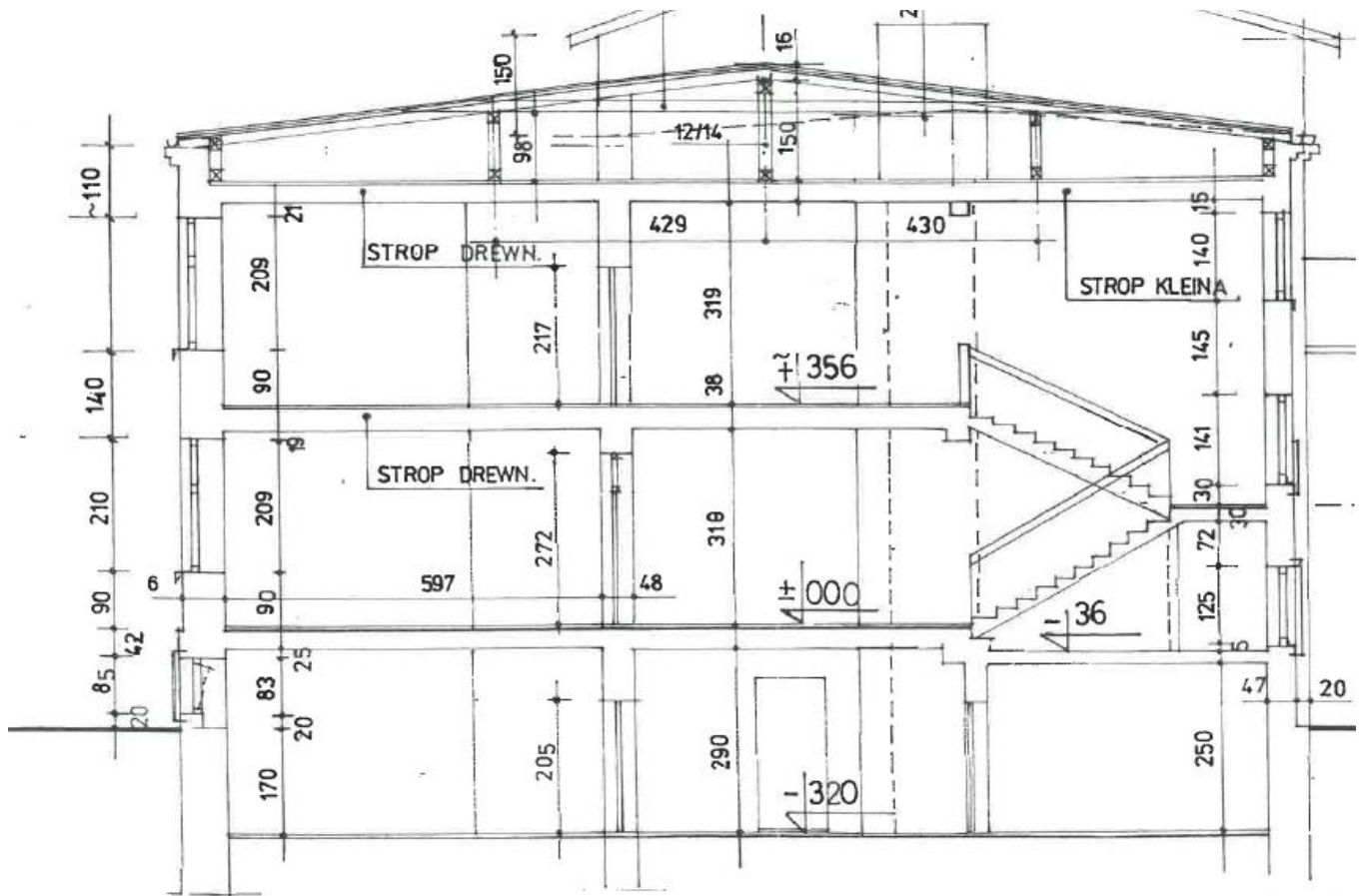
<b>Redukcja emisji CO<sub>2</sub></b>		
Emisja CO <sub>2</sub> przed modernizacją:	77,30	Mg/rok
Emisja CO <sub>2</sub> po modernizacji:	35,82	Mg/rok
	41,48	Mg/rok
Redukcja emisji CO <sub>2</sub>	53,66	%

<b>Redukcja energii pierwotnej</b>		
Energia pierwotna przed modernizacją	1432,49	GJ/rok
Energia pierwotna po modernizacji	608,49	GJ/rok
	824,00	GJ/rok
Redukcja energii pierwotnej	57,52	%

<b>Redukcja energii końcowej ciepłej</b>		
Energia końcowa przed modernizacją	1180,86	GJ/rok
Energia końcowa po modernizacji	431,77	GJ/rok
	749,09	GJ/rok
Redukcja energii końcowej	63,44	%

<b>Redukcja energii końcowej łącznie</b>		
Energia końcowa przed modernizacją	1295,39	GJ/rok
Energia końcowa po modernizacji	546,30	GJ/rok
	749,09	GJ/rok
Redukcja energii końcowej	57,83	%





Załącznik 5 Dokumentacja zdjęciowa





Aktualizacja: zdjęcie budynku - części rozbudowy

