

## **Wstęp**

Celem opracowania jest wykonanie Audytu Energetycznego budynku Szkoły Podstawowej w Mącholicach Scholasterii. Przedmiotem opracowania jest określenie najbardziej optymalnego zakresu prac termomodernizacyjnych jakie należy wykonać w budynku w celu zmniejszenia zapotrzebowania na energię oraz uzyskać redukcje emisji gazów cieplarnianych.

W audycie energetycznym wykazano zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, a w szczególności ditlenku węgla 58,20% w odniesieniu do wariantu zerowego („0”) czyli do stanu aktualnego. Ponadto, jak wynika z obliczeń, zrealizowanie przedsięwzięcia termomodernizacyjnego umożliwi zmniejszenie zapotrzebowania na energię w budynku o 62,43% w stosunku do stanu istniejącego.

W najbardziej optymalnym wariantcie prac termomodernizacyjnych zaproponowano rozwiązanie polegające na kompleksowym dociepleniu przegród zewnętrznych budynku, wymiana stolarki okiennej i drzwiowej, modernizacji wewnętrznej instalacji C.O., wymianę zasobnika c.w.u,

Obliczenia ilości substancji szkodliwych emitowanych do atmosfery t.j ditlenku węgla CO<sub>2</sub> oraz ich efekt ekologiczny oparto o wartości opałowe i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji.

W niniejszym opracowaniu przyjęto koszty działań termomodernizacyjnych na podstawie kosztów szacunkowych Programu Funkcjonalno Użytkowego poszczególnych przedsięwzięć modernizacyjnych. Zmiana cen robót związanych z realizacją poszczególnych prac termomodernizacyjnych może wpłynąć na opłacalność inwestycji. Obliczone wskaźniki SPBT (prostego czasu zwrotu nakładów poniesionych na inwestycję) mogą również ulec zmianie.

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1961
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Urząd Gminy Masłów	1.4 Adres budynku	
	Masłów Pierwszy, ul. Spokojna 2 26-001 Masłów	Szkoła Podstawowa im. Stefana Żeromskiego w Mąchocicach Scholasterii 26-001 Mąchocie Scholasteria , działka nr ewidencyjny 193/2, 194/1 ŚWIĘTOKRZYSKIE	
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</b>			
EKOCERT ul. M.Ćwiklińskiej 5/19 25-435 Kielce NIP 9591653826, REGON 260756972			
<b>3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</b>			
EKOCERT-Tomasz Goreczny ul. M. Ćwiklińskiej 5/19 25-435 Kielce			..... podpis
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
<b>5. Miejscowość:</b> Kielce		<b>Data wykonania opracowania</b> 27październik 2017	
<b>6. Spis treści</b>			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego 2. Karta audytu energetycznego budynku 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji 9. Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku			

## 2. Karta audytu energetycznego budynku\*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna murowana	Tradycyjna murowana
2.1.2.	Liczba kondygnacji	3	3
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [ $m^3$ ]	5480,12	5480,12
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [ $m^2$ ]	1931,29	1931,29
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [ $m^2$ ]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [ $m^2$ ]	0,00	0,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	200,00	200,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne lokalna kotłownia olejowa	Centralne lokalna zmodernizowana kotłownia olejowa
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne lokalna kotłownia olejowa	Centralne lokalna zmodernizowana kotłownia olejowa
2.1.11.	Współczynnik A/V [ $1/m$ ]	0,41	0,41
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Budynek użyteczności publicznej	Budynek użyteczności publicznej
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane $W/(m^2 \cdot K)$		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściana fundamentowa i cokół SF	1,47	0,22
2.2.2.	Ściana zewnętrzna SZ1	1,71	0,22
2.2.3.	Dach KD2	1,78	1,78
2.2.4.	Podłoga na gruncie PG1	0,56	0,56
2.2.5.	Okna zewnętrzne OZ	2,60	1,10
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne DZ1	2,60	1,50
2.2.7.	Strop nad Poddaszem ST2	1,59	0,18
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,940	0,940

2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,960	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,680	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	0,900	0,930
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	0,980
<b>2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,880	0,880
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,700	0,800
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,620	0,840
<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	Nieszczelności w stolarcie/kanały grawitacyjne	Nawiewniki higrosterowane w stolarcie/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	5480,12	5480,11
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
<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]	233,95	75,10
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	33,50	33,50
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1657,15	789,33
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3000,62	1047,41
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	296,21	191,30

2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
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)]	238,35	113,53
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)]	431,58	150,65
2.6.10* *	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
<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]	78,97	78,97
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> ]	113,38	53,88
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)]	8,79	4,85
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]	-	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	62,43
Planowane koszty całkowite [zł]	1919292,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	307085,42
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	162529,76		

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

\*\* Uo<sub>ze</sub> [%] 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.

### 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 listopada 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.

#### 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

Audyt sporządzono na podstawie dokumentacji technicznej budynku oraz wytycznych zawartych w Programie Funkcjonalno użytkowym sporządzonego przez Biuro Projektowe Jarbud.

### 3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.6

### 3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

Nie dotyczy

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

Nie dotyczy

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

### 4.1. Ogólne dane techniczne

Obiekt składa się z budynku głównego szkoły połączonego łącznikiem z budynkiem sali gimnastycznej. budynek dwu kondygnacyjny z poddaszem oraz podpiwniczeniem. Budynek wykonany w technologii tradycyjnej murowanej ze stropami żelbetowymi. Budynek przykryty dachem spadzistym, wielospadowym o ostrym kącie spadku. Pokrycie dachowe blacha trapezowa. Stolarka okienna PVC, stolarka drzwiowa mieszana aluminiowa i drewniana.

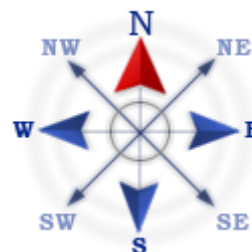
Konstrukcja/technologia budynku	-	Tradycyjna murowana
Kubatura budynku	-	7925,92 m <sup>3</sup>
Kubatura ogrzewania	-	5480,12 m <sup>3</sup>
Powierzchnia netto budynku	-	1931,29 m <sup>2</sup>
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m <sup>2</sup>
Współczynnik kształtu	-	0,41 m <sup>-1</sup>
Powierzchnia zabudowy budynku	-	2340,00 m <sup>2</sup>
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość użytkowników	-	200,00

## 4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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



Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata  
Wejście główne do budynku szkoły od wschodu



## 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

### 4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych



Rodzaj przegrody budowlanej	Współczynnik U	
Ściana fundamentowa i cokół SF	1,47	W/(m <sup>2</sup> •K)
Ściana zewnętrzna SZ1	1,71	W/(m <sup>2</sup> •K)
Dach KD2	1,78	W/(m <sup>2</sup> •K)
Podłoga na gruncie PG1	0,56	W/(m <sup>2</sup> •K)
Okna zewnętrzne OZ	2,60	W/(m <sup>2</sup> •K)
Drzwi zewnętrzne DZ1	2,60	W/(m <sup>2</sup> •K)
Strop nad Poddaszem ST2	1,59	W/(m <sup>2</sup> •K)

#### 4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	78,97 zł/GJ	78,97 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
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	78,97 zł/GJ	78,97 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	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

#### 4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Wytwarzanie	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modułowanym, o mocy nominalnej powyżej 120 do 1200 kW Paliwo - olej opałowy	$\eta_{H,g} = 0,940$
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	$\eta_{H,d} = 0,960$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,680$
Akumulacje ciepła	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55 oC	$\eta_{H,s} = 0,900$
Czas ogrzewania w okresie	Liczba dni: 7 dni	$w_t = 1,000$

tygodnia		
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,552
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	Budynek ogrzewany w sezonie grzewczym	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: Modernizacja kotłowni, częściowa wymiana grzejników	wymagany próg oszczędności: <b>15%</b>
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
<b>4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej</b>		
Wytwarzanie ciepła	Kotły niskotemperaturowe o mocy powyżej 50 kW	$\eta_{W,g} = 0,880$
Przesył ciepłej wody	Liczba punktów poboru ciepłej wody do 30	$\eta_{W,d} = 0,700$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik c.w.u.	$\eta_{W,s} = 0,620$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,382
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	5480,12	
Krotność wymian powietrza	1,00	

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

## 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 fundamentowa i cokół SF	Przegroda zewnętrzna nie została ocieplona materiałem termoizolacyjnym t.j styropian i nie spełnia standardów odnośnie izolacyjności cieplnej zgodnie z WT2017. Poprzez ścianę dochodzi do nadmiernych strat ciepła z pomieszczeń ogrzewanych. W związku z powyższym, aby ograniczyć straty ciepła z budynku przez przenikanie

	przez przegrody budowlane oraz uzyskać współczynnik przenikania ciepła dla przegrody zgodnie z WT2017, zaleca się wykonanie izolacji termicznej styrodurem XPS o współczynniku $\lambda = 0,032$ [W/(m•K)] i grubości 12 cm oraz wykonać izolacji przeciwwilgociowej ścian piwnic i cokołów.. W miejscach zamkniętych tynków wewnętrznych należy je wymienić na nowe.
Ściana zewnętrzna SZ 1	Przegroda zewnętrzna nie została ocieplona materiałem termoizolacyjnym t.j styropian i nie spełnia standardów odnośnie izolacyjności cieplnej zgodnie z WT2017. Poprzez ścianę dochodzi do nadmiernych strat ciepła z pomieszczeń ogrzewanych. W związku z powyższym, aby ograniczyć straty ciepła z budynku przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz uzyskać współczynnik przenikania ciepła dla przegrody zgodnie z WT2017, zaleca się wykonanie dodatkowej izolacji termicznej styrodurem o współczynniku $\lambda = 0,032$ [W/(m•K)] i grubości 12 cm oraz wykonać izolację przeciwwilgociową ścian piwnic i cokołów
Dach KD1	Dach wielospadowy, konstrukcja drewniana. Dach pokryty blachą trapezową. W części dachu zlokalizowane są okna połaciowe. Wymiana poszycia dachowego i ocieplenie dachu nie stanowi zakresu termomodernizacji
Strop nad poddaszem ST2	Strop nad ogrzewanym poddaszem wykonany w technologii wylewanej żelbetowej. Przegroda zewnętrzna nie została ocieplona materiałem termoizolacyjnym i nie spełnia standardów odnośnie izolacyjności cieplnej zgodnie z WT2017. W celu uzyskania współczynnika zgodnego z WT2017 zaleca się wykonanie ocieplenia stropu wewnętrznego wełną mineralną o grubości 20 cm
Podłoga na gruncie PG1	Przegroda zewnętrzna podłoga na gruncie nie spełnia standardów odnośnie izolacyjności cieplnej zgodnie z WT2017. W celu uzyskania współczynnika zgodnego z WT2017 należało by wykonać dodatkowej izolacji termicznej podłogi na gruncie w całym budynku szkoły. Jest to długoterminowa i problematyczna modernizacja z przyczyn technicznych ponieważ wiąże się z koniecznością zdemontowania wszystkich materiałów wykończeniowych posadzek t.j panele, wykładziny, terakota, ułożenie dodatkowej warstwy izolacji termicznej z płyt styropianowych, wykonaniem nowej wylewki samopoziomującej oraz położeniem wszystkich nowych materiałów wykończeniowych posadzek. W związku z powyższym w audycie nie uwzględniono modernizacji posadzek na gruncie i posadzek nad niepodpiwniczoną częścią parteru szkoły
Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne OZ Usprawnienie 'Wentylacja grawitacyjna'	Stolarka okienna PVC typowa z lat 90 tych nie została wymieniona na energooszczędną. Stolarka w średnim stanie technicznym. Ze względu na liczne nieszczelności stolarki, w sezonie zimowym, występuje niekontrolowana infiltracja powietrza zewnętrznego, co przyczynia się do zwiększonego zużycia energii na ogrzewanie oraz niestabilności komfortu cieplnego w tych pomieszczeniach. Przyczyna nadmiernego i niekontrolowanego napływu powietrza do tych pomieszczeń są m.in. luzy w uszczelkach stolarki okiennej oraz brak nawiewników okiennych. Stolarka okienna nie spełnia standardów izolacyjności cieplnej dla

	<p>WT2017 gdzie współczynnik przenikania ciepła dla całego okna wynosi <math>U_{max} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}</math>. W związku z powyższym, zaleca się wymianę istniejącej stolarki na nową energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła <math>U_{max} &lt; 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}</math>. Zaleca się zastosowanie stolarki okiennej z zabudowanymi higrosterowanymi nawiewnikami okiennymi.</p>
Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne DZ 1	<p>Stolarka drzwiowa zróżnicowana pod kątem materiału wykonania i stanu technicznego. Drzwi zewnętrzne aluminiowe i drewniane. Stolarka typowa z lat 90 tych nie została wymieniona na energooszczędną. Stolarka w średnim stanie technicznym. Ze względu na liczne nieszczelności stolarki, w sezonie zimowym, występuje niekontrolowana infiltracja powietrza zewnętrznego, co przyczynia się do zwiększonego zużycia energii na ogrzewanie oraz niestabilności komfortu cieplnego w tych pomieszczeniach. Przyczyna nadmiernego i niekontrolowanego napływu powietrza do tych pomieszczeń są m.in. luzy w uszczelkach stolarki okiennej oraz brak nawiewników okiennych. Stolarka okienna wyprodukowana kilkanaście lat temu nie spełnia standardów izolacyjności cieplnej dla WT2017 gdzie współczynnik przenikania ciepła dla całego okna wynosi <math>U_{max} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}</math>. W związku z powyższym, zaleca się wymianę istniejącej stolarki na nową energooszczędną o współczynniku przenikania ciepła <math>U_{max} &lt; 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>
System grzewczy C.O.	<p>Instalacja c.o.. zasilana jest z lokalnej kotłowni olejowej Ciepło dostarczane z lokalnej kotłowni olejowej. Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym. Parametr pracy czynnika grzewczego 90/70 C. Przewody wewnętrznej instalacji C.O. stalowe czarne, łączone poprzez spawanie, skręcanie, instalacja bez zaworów podpionowych. Przewody poziome i pionowe w dobrym stanie technicznym. Grzejniki pomieszczeniowe -stalowe płytowe. Ze względu na wiek instalacji zaleca się modernizację istniejącej instalacji C.O. z wymianą istniejącego kotła olejowego na nowy kondensacyjny kocioł olejowy o wyższej sprawności wytwarzania i nowoczesnej automatyce regulacyjnej. zaleca się zastosowanie kotła C.O. z możliwością wymiany palników olejowych na palniki gazowe w przypadku przyszłościowego podłączenia budynku do sieci gazowej.</p> <p>Na modernizowanej instalacji C.O. należy zastosować liczniki zużycia ciepła, pozwalające monitorowanie ilości zużycia energii na cele C.O. oraz c.w.u. Instalację C.O. należy wyposażić z zawory podpionowe, równoważące, a grzejniki w zawory termostatyczne. Kocioł należy wyposażić w dedykowaną przez danego producenta automatykę sterowniczą i armaturę przyłączeniową</p> <p>Wszystkie zastosowane urządzenia grzewcze i osprzęt instalacji C.O. muszą charakteryzować się obowiązującym od końca 2020 r. minimalnym poziomem efektywności energetycznej i normami emisji zanieczyszczeń, które zostały określone w środkach wykonawczych do dyrektywy 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących Eko projektu dla produktów związanych z energią (kryteria referencyjne dla najlepiej działających urządzeń dostępnych na rynku), a w szczególności w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 813/2013 w sprawie wykonania ww. dyrektywy.</p>

Instalacja ciepłej wody użytkowej c.w.u.	<p>Istniejąca instalacja ciepłej wody użytkowej zasilana z lokalnej kotłowni olejowej. Wewnętrzne rurociągi instalacji c.w.u. w dobrym stanie technicznym. Nie stwierdzono przypadków korozji przewodów. Rurociągi c.w.u. zaizolowane termicznie. Zaleca się modernizację istniejącej instalacji c.w.u. poprzez wymianę zasobnika c.w.u. na nowy zasobnik o lepszych parametrach izolacyjności cieplnej</p> <p>Na instalacji należy zastosować liczniki zużycia ciepła, pozwalające monitorowanie ilości zużycia energii na cele podgrzewania c.w.u.</p> <p>Wszystkie zastosowane urządzenia grzewcze i osprzęt instalacji c.w.u. muszą charakteryzować się obowiązującym od końca 2020 r. minimalnym poziomem efektywności energetycznej i normami emisji zanieczyszczeń, które zostały określone w środkach wykonawczych do dyrektywy 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących Eko projektu dla produktów związanych z energią (kryteria referencyjne dla najlepiej działających urządzeń dostępnych na rynku), a w szczególności w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 813/2013 w sprawie wykonania ww. dyrektywy</p>
--	--

## 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 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			
Modernizacja przegrody Ściana fundamentowa i cokół SF			
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Płyta styropianowa XPS 200 fundament,</b> $\lambda = 0,032 [W/(m \cdot K)]$ ;		
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>469,65m<sup>2</sup></b>		
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>469,65m<sup>2</sup></b>		
Stopniodni: <b>3834,50</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	78,97	78,97	78,97	78,97
Opłata za 1 MW Om      zł/(MW •m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab      zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b      cm	---	12	14	16

Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,458	0,219	0,195	0,176
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	0,69	4,57	5,13	5,68
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m <sup>2</sup> K)/W	---	3,88	4,44	5,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	226,90	34,05	30,36	27,39
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0274	0,0041	0,0037	0,0033
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	15229,37	15520,80	15755,24
Cena jednostkowa usprawnienia K <sub>j</sub>	zł/m <sup>2</sup>	---	544,01	552,00	563,20
Koszty realizacji usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	---	314257,38	318872,95	325342,84
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	20,63	20,54	20,65

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1**

**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 314257,38 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 20,63 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

**6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

<b>Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie</b>		
<b>Modernizacja przegrody Strop nad poddaszem ST2</b>		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Maty i płyty z wełny mineralnej -ocieplenie stropu, λ= 0,038 [W/(m•K)];</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	<b>135,19m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	<b>135,19m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3774,00</b> dzień•K/rok	<b>t<sub>wo</sub>= 20,00 °C</b>	<b>t<sub>zo</sub>= 0,00 °C</b>

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	78,97	78,97	78,97	78,97
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW •m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	20	22	24
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,594	0,178	0,163	0,150
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/ W	0,63	5,63	6,15	6,68
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m <sup>2</sup> K)/ W	---	5,00	5,53	6,05
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	70,27	7,83	7,16	6,60
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0043	0,0005	0,0004	0,0004
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	4930,82	4983,73	5028,30
Cena jednostkowa usprawnienia K <sub>i</sub>	zł/m <sup>2</sup>	---	660,55	689,00	703,00
Koszty realizacji usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	---	109838,70	114569,47	116897,44
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	22,28	22,99	23,25

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1**

**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 109838,70 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 22,28 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

## 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna SZ 1			
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-032 FASADA, <math>\lambda = 0,032</math> [W/(m•K)];</b>		
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>893,22m<sup>2</sup></b>		
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>893,22m<sup>2</sup></b>		
Stopniodni: <b>3834,50</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	78,97	78,97	78,97	78,97
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW •m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	12	14	16
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,458	0,223	0,199	0,179
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	0,69	4,47	5,03	5,59
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	3,79	4,34	4,90
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	431,53	66,14	58,83	52,98
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0521	0,0080	0,0071	0,0064
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	---	28855,26	29432,15	29894,28
Cena jednostkowa usprawnienia $K_i$	zł/m <sup>2</sup>	---	611,50	624,00	635,40
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	671832,31	685565,60	698090,35
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	23,28	23,29	23,35



**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1**

**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 671832,31 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 23,28 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

**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 oraz poprawieniu systemu wentylacji**

**Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne OZ 'Wentylacja grawitacyjna'**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **5011,22** m<sup>3</sup>/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **277,86**m<sup>2</sup>

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **277,86**m<sup>2</sup>

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **277,86**m<sup>2</sup>

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka szczelna ( 0,5 < a < 1 )

Stopniodni: **3834,50** dzień•K/rok      θi = **20,00** °C      θe = **-20,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	78,97	78,97
Opłata za 1 MW	zł/(MW •m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik c <sub>m</sub>		1,00	0,70
Współczynnik c <sub>r</sub>		1,00	0,55
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	2,600	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	608,56	243,41
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0970	0,0599

Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	---	28835,77
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	---	603,29
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	206181,39
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	7,15

### Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

#### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 206181,39 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 7,15 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji- Uszczelnienie niekontrolowanej infiltracji poprzez zastosowanie szczelnej stolarki okiennej z nawietrzakami higrosterowanymi

Współczynnik przenikania ciepła dla nowoprojektowanej stolarki okiennej  $U = 1,10$

### Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie drzwi

#### Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne DZ 1

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego  $V$ : **468,89** m<sup>3</sup>/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **34,73**m<sup>2</sup>

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **34,73**m<sup>2</sup>

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **34,73**m<sup>2</sup>

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie  $c_r = 1,0$  ,  $c_w = 1,00$

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (  $a > 4$  )

Stopniodni: **3834,50** dzień•K/rok       $\theta_i = 20,00$  °C       $\theta_e = -20,00$  °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	78,97	78,97
Opłata za 1 MW	zł/(MW •m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik $c_m$		1,35	0,70
Współczynnik $c_r$		1,20	0,55
Współczynnik $a$		---	---
Współczynnik przenikania ciepła $U$	W/(m <sup>2</sup> K)	2,600	1,500
Straty ciepła na przenikanie $Q$	GJ	104,67	35,02
Zapotrzebowanie na moc cieplną $q$	MW	0,0122	0,0065
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	---	5499,98
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	---	1220,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	52112,09
Koszt realizacji modernizacji wentylacji $N_w$	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	9,47

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1**

**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 52112,09 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 9,47 lat

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

Współczynnik przenikania ciepła dla nowoprojektowanej stolarki drzwiowej  $U = 1,50$

### 6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

#### 6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

	Stan istniejący	Wariant 1
Liczba użytkowników $L_i$	200,00	200,00
Zapotrzebowanie jednostkowe $V_{cw}$ [m <sup>3</sup> /d]	0,015	0,015
Temperatura ciepłej wody na zaworze czerpalnym [°C]	55,00	55,00
Liczba dni użytkowania $t_{uz}$ [dni]	200,00	200,00
Czas użytkowania w ciągu doby $\tau$ [h]	12,00	12,00
Sprawność źródła ciepła	0,880	0,880
Sprawność przesyłu	0,700	0,800
Sprawność akumulacji ciepła	0,620	0,840
Współczynnik nierównomierności $N_h$	2,56	2,56
Zużycie w ciągu doby $G_d$ [m <sup>3</sup> /d]	3,00	3,00
Zużycie średnie godzinowe $G_{h,śr}$ [m <sup>3</sup> /h]	0,17	0,25
<b>Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła <math>Q_{cw}</math></b> [GJ/a]	<b>296,211</b>	<b>191,303</b>
<b>Max moc cieplna <math>q_{cwu}</math></b> [MW]	<b>0,0335</b>	<b>0,0335</b>

#### 6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

	Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	78,97	78,97
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu [zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$ [zł/a]	---	8284,60
Koszt modernizacji $N_u$ [zł]	---	25294,90
SPBT [lat]	---	3,05

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr	<b>1</b>
Procentowe zmniejszenie zużycia jednostkowego	<b>0,00</b>
Procentowa poprawa sprawności źródła ciepła	<b>0,00</b>

Procentowa poprawa sprawności przesyłu	-0,14
--	-------

### 6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Wymiana zasobnika c.w.u na nowoczesny zasobnik o wyższej sprawności wymiany ciepła i większej izolacyjności cieplnej	25294,90
---	---
<b>Suma:</b>	<b>25294,90</b>

### 6.3.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u.

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$	Wymiana źródła energii do przygotowania c.w.u. t.j kocioł olejowy do którego podłączony jest zasobnik c.w.u, została uwzględniona w modernizacji instalacji C.O.
Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$	Termomodernizacja budynku nie przewiduje wymiany wewnętrznej instalacji c.w.u.
Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$	Wymiana istniejącego zasobnika c.w.u na nowy zasobnik o większej sprawności wymiany ciepła oraz lepszej izolacyjności cieplnej bufora wody

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

### 6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

	Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie [zł/GJ]	78,97	78,97
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie [zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło [GJ]	1657,15	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,2339	
Sprawność systemu grzewczego	0,552	0,739
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$ [zł/a]	---	63304,97
Koszt modernizacji [zł]	---	374455,10
SPBT [lat]	---	5,92

**6.4.2. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego C.O.**

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,940
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,880
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	0,930
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia $w_t$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	0,980
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,739

\*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

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

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Wymiana istniejącego kotła C.O. na nowy kocioł kondensacyjny olejowy z możliwością zastosowania palników gazowych zamiast olejowych	107986,67
Montaż nowych rur i kształtki C.O.	90519,39
Demontaż instalacji C.O.	14065,05
Izolacja instalacji C.O.	22032,99
Wymiana zaworów i armatury C.O.	22170,75
Kompleksowa wymiana grzejników C.O. na nowoczesne grzejniki stalowe płytowe z głowicami termostatycznymi.	113463,81
Montaż liczników zużycia ciepła	4216,44
<b>Suma:</b>	<b>374455,10</b>

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$	Projekt termomodernizacji przewiduje modernizacji istniejącej kotłowni poprzez wymianę istniejącego

	<p>kotła na nowe kotły olejowe z możliwością zastosowania palników gazowych po podłączeniu budynku do sieci gazowniczej.</p>
Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$	<p>Ograniczenie strat ciepła na przesyle poprzez niez izolone rurociągi oraz elementy armatury kotłowni</p>
Ulepszenie sprawności regulacji $\eta_e$	<p>Należy dokonać regulacji parametrów pracy czynnika grzewczego i nastaw wstępnych zaworów przy grzejnikowych w celu dostosowania instalacji do zmniejszonego projektowego obciążenia cieplnego budynku. Modernizowana instalację C.O. należy wyposażyć w następującą armaturę na ciśnienie 0,6MPa: Do regulacji ciśnienia w instalacji przewidziano następujące urządzenia: Zawory odcinające kulowe Zawory regulacyjne Do regulacji przepływu w instalacji przewidziano następujące urządzenia: zawory termostatyczne, zawory podpionowe. Na instalacji należy zastosować liczniki zużycia ciepła</p>
Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$	<p>Nie dotyczy</p>
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu $w_t$ i $w_d$	<p>Automatyka pogodowa i sterownik czasowy umożliwiające prace kotłowni z ograniczeniem czasowym</p>

## 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.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	25294,90 zł	3,05
2.	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	206181,39 zł	7,15
3.	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne DZ 1	52112,09 zł	9,47
4.	Modernizacja przegrody Ściana fundamentowa i cokół SF	314257,38 zł	20,63
5.	Modernizacja przegrody Strop nad poddaszem ST2	109838,70 zł	22,28
6.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna SZ 1	671832,31 zł	23,28
7.	Prace projektowe	41820,00 zł	---
8.	Roboty związane z zagospodarowaniem terenu przy budynku	74661,00 zł	---

	(wykonanie opasek, zagospodarowanie wód opadowych)		
9.	Instalacja odgromowa budynku	48831,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	374455,10	5,92

## 7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	25294,90
2	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	206181,39
3	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne DZ 1	52112,09
4	Modernizacja przegrody Ściana fundamentowa i cokół SF	314257,38
5	Modernizacja przegrody Strop nad poddaszem ST2	109838,70
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna SZ 1	671832,31
7	Modernizacja systemu grzewczego	374455,10
8	Prace projektowe	41820,00
9	Roboty związane z zagospodarowaniem terenu przy budynku (wykonanie opasek, zagospodarowanie wód opadowych)	74661,00
10	Instalacja odgromowa budynku	48831,00
Całkowity koszt		1919292,00

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	25294,90
2	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	206181,39
3	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne DZ 1	52112,09
4	Modernizacja przegrody Ściana fundamentowa i cokół SF	314257,38
5	Modernizacja przegrody Strop nad poddaszem ST2	109838,70
6	Modernizacja systemu grzewczego	374455,10
7	Prace projektowe	41820,00
8	Roboty związane z zagospodarowaniem terenu przy budynku (wykonanie opasek, zagospodarowanie wód opadowych)	74661,00
9	Instalacja odgromowa budynku	48831,00
Całkowity koszt		1247451,55



<b>Wariant 3</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	25294,90
2	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	206181,39
3	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne DZ 1	52112,09
4	Modernizacja przegrody Ściana fundamentowa i cokół SF	314257,38
5	Modernizacja systemu grzewczego	374455,10
6	Prace projektowe	41820,00
7	Roboty związane z zagospodarowaniem terenu przy budynku (wykonanie opasek, zagospodarowanie wód opadowych)	74661,00
8	Instalacja odgromowa budynku	48831,00
Całkowity koszt		1137612,85

<b>Wariant 4</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	25294,90
2	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	206181,39
3	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne DZ 1	52112,09
4	Modernizacja systemu grzewczego	374455,10
5	Prace projektowe	41820,00
6	Roboty związane z zagospodarowaniem terenu przy budynku (wykonanie opasek, zagospodarowanie wód opadowych)	74661,00
7	Instalacja odgromowa budynku	48831,00
Całkowity koszt		823355,47

<b>Wariant 5</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	25294,90
2	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	206181,39
3	Modernizacja systemu grzewczego	374455,10
4	Prace projektowe	41820,00
5	Roboty związane z zagospodarowaniem terenu przy budynku (wykonanie	74661,00

	opasek, zagospodarowanie wód opadowych)	
6	Instalacja odgromowa budynku	48831,00
Całkowity koszt		771243,39

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	25294,90
2	Modernizacja systemu grzewczego	374455,10
3	Prace projektowe	41820,00
4	Roboty związane z zagospodarowaniem terenu przy budynku (wykonanie opasek, zagospodarowanie wód opadowych)	74661,00
5	Instalacja odgromowa budynku	48831,00
Całkowity koszt		565062,00

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	374455,10
2	Prace projektowe	41820,00
3	Roboty związane z zagospodarowaniem terenu przy budynku (wykonanie opasek, zagospodarowanie wód opadowych)	74661,00
4	Instalacja odgromowa budynku	48831,00
Całkowity koszt		539767,10

### 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 cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej
	[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	0,2339	1657,15	20,00	1931,29	5480,12	7925,92	5480,12	43,48	0,41
1	0,1482	789,33	20,00	1931,29	5480,12	7925,92	5480,12	...	0,41

2	0,1925	1198,83	20,00	1931,29	5480,12	7925,92	5480,12	...	0,41
3	0,1925	1263,62	20,00	1931,29	5480,12	7925,92	5480,12	...	0,41
4	0,2157	1483,87	20,00	1931,29	5480,12	7925,92	5480,12	...	0,41
5	0,2173	1498,39	20,00	1931,29	5480,12	7925,92	5480,12	...	0,41
6	0,2339	1657,15	20,00	1931,29	5480,12	7925,92	5480,12	...	0,41
7	0,2339	1657,15	20,00	1931,29	5480,12	7925,92	5480,12	...	0,41

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

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	$\Delta O$	$\% \Delta O$
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
-	MW	MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	1657,15 0,2339	296,21 0,0335	0,55	1,00	1,00	3296,84	260351,1 <sub>5</sub>	---	---
1	789,33 0,1482	191,30 0,0335	0,74	1,00	0,98	1238,72	97821,39	162529,7 <sub>6</sub>	62,43
2	1198,83 0,1925	191,30 0,0335	0,74	1,00	0,98	1782,11	140733,1 <sub>9</sub>	119617,9 <sub>6</sub>	45,94
3	1263,62 0,1925	191,30 0,0335	0,74	1,00	0,98	1868,09	147522,7 <sub>1</sub>	112828,4 <sub>4</sub>	43,34
4	1483,87 0,2157	191,30 0,0335	0,74	1,00	0,98	2160,36	170603,3 <sub>9</sub>	89747,76	34,47
5	1498,39 0,2173	191,30 0,0335	0,74	1,00	0,98	2179,62	172124,3 <sub>6</sub>	88226,79	33,89
6	1657,15 0,2339	191,30 0,0335	0,74	1,00	0,98	2390,29	188761,5 <sub>8</sub>	71589,57	27,50
7	1657,15 0,2339	296,21 0,0335	0,74	1,00	0,98	2495,20	197046,1 <sub>8</sub>	63304,97	24,32

## 7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrzeb. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
					20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	1919292,00 zł	162529,76	62,43%	0,00 0,00% 1919283,86 100,00%	383856,77	307085,42	325059,51
2	1247451,55 zł	119617,96	45,94%	0,00 0,00% 1247451,55 100,00%	249490,31	199592,25	239235,92
3	1137612,85 zł	112828,44	43,34%	0,00 0,00% 1137612,85 100,00%	227522,57	182018,06	225656,88
4	823355,47 zł	89747,76	34,47%	0,00 0,00% 823355,47 100,00%	164671,09	131736,88	179495,53
5	771243,39 zł	88226,79	33,89%	0,00 0,00% 771243,39 100,00%	154248,68	123398,94	176453,58
6	565062,00 zł	71589,57	27,50%	0,00 0,00% 565062,00 100,00%	113012,40	90409,92	143179,15
7	539767,10 zł	63304,97	24,32%	0,00 0,00% 539767,10 100,00%	107953,42	86362,74	126609,94

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1 gdyż:**

- 1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 15%**
- 2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej**
- 3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 0,00 zł**

## 7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	1919292,00 zł		
- planowana kwota środków własnych	---	0,00 zł		
- planowana kwota kredytu	---	-		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	307085,42 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	162529,76 zł	tj.	62,43 %

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

### 8.1.1. Modernizację instalacji C.O. obejmująca

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

- Demontaż starej instalacji C.O. rozprowadzającej czynnik grzewczy od kotłowni do odbiorników grzejników
- Demontaż istniejących grzejników
- Wykonanie nowej instalacji C.O. rozprowadzającej czynnik grzewczy od kotłowni do rozdzielaczy i poszczególnych grzejników
- Montaż nowych stalowych, płytowych grzejników pomieszczeniowych
- Montaż zaworów podpionowych, równoważących i regulacyjnych w odpowiednich punktach pionów –wedle projektu instalacyjnego
- Dokonanie optymalnych nastaw zaworów w celu regulacji parametrów pracy i nastaw instalacji C.O.
- Wymiana kotła olejowego na nowoczesny kondensacyjny kocioł olejowy z możliwością zastosowania palników gazowych .

Uwagi:

Wszystkie prace instalacyjne należy wykonywać po opracowaniu nowego projektu instalacji sanitarnych-branża C.O.

### 8.1.2. Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej C.W.U.

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

- Demontaż istniejącego zasobnika c.w.u
- Montaż nowego zasobnika c.w.u o wyższej sprawności wymiany ciepła i lepszej izolacyjności cieplnej

### **8.1.3 .Ocieplenie ścian zewnętrznych SZ 1**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

- Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem o grubości 12 cm, metodą bezspoinową,
- Pokrycie warstwy izolacyjnej siatką zbrojeniową zatopioną w kleju
- Wymiana parapetów podokiennych
- Wykonanie wykończenia powierzchni tynkiem silikatowym

### **8.1.4 Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic i cokołów SF**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

- Odkopanie ścian z gruntu
- Wykonanie hydroizolacji ścian
- Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem XPS o grubości 12 cm, metodą bezspoinową
- Zabezpieczenie izolacji termicznej
- Zasypanie ścian

### **8.1.6. Ocieplenie stropu wewnętrznego -strop nad poddaszem ST2**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych

- Ułożenie płyt z wełny mineralnej o grubości 20 cm na konstrukcji stropu

### **8.1.7. Wymiana stolarki drzwiowej DZ 1**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych

- Demontaż starej stolarki drzwiowej o współczynniku  $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Montaż nowej stolarki drzwiowej
- Wykonanie obróbki gładów przy stolarkach drzwiowych

### **8.1.8. Wymiana stolarki okiennej- OZ**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych

- Demontaż starej stolarki okiennej
- Montaż nowej energooszczędnej, 3 komorowej stolarki okiennej z PVC o współczynniku  $U=1,1$  W/m<sup>2</sup>K
- Montaż nawiewników higrosterowanych w stolarce okiennej
- Wykonanie obróbki gładzi wokół okien
- Montaż parapetów okiennych