

**AUDYT ENERGETYCZNY**  
BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

**BUDYNEK ZESPOŁU  
SZKOLNO-PRZEDSZKOLENGO  
W ŻELISŁAWICACH**



**Adres budynku:**

Żeliszawice 13  
29-145 Żeliszawice  
Woj. Świętokrzyskie

**Zamawiający:**

Urząd Gminy Secemin  
ul. Struga 2  
29-145 Secemin

**Wykonawca:**

EKOD Sp. z o.o.  
ul. Do Studzienki 31 B  
80-227 Gdańsk

Grudzień 2016

**1. Strona tytułowa audytu energetycznego**

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1964
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Urząd Gminy Secemin	1.4 Adres budynku	
	Struga 2 29-145 Secemin PESEL:	Żeliszawice 13 29-145 Żeliszawice ŚWIĘTOKRZYSKIE	
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</b>			
 <b>EKOD Sp. z o.o.</b> ul. Do Studzienki 31B 80-227 Gdańsk REGON: 364269177			
<b>3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</b>			
Aleksander Borowski mgr inż. Inżynierii Środowiska uprawnienia budowlane nr POM/0215/PWOS/14			..... podpis
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	Marcin Cząstkiewicz	Inwentaryzacja techniczno-budowlana	
2	Maria Kowaliszyn	Obliczenie sezonowego zapotrzebowania na ciepło	
<b>5. Miejscowość:</b> Gdańsk		<b>Data wykonania opracowania</b>	grudzień 2016
<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. Opis zastosowania systemu fotowoltaicznego w budynku. 10. Opis zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku. Załącznik nr 1. - Dokumentacja techniczna budynku Załącznik nr 2. – Efekt ekologiczny			

**2. Karta audytu energetycznego budynku\***

<b>2.1. Dane ogólne</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	3	3
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	2721,52	2721,52
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	941,44	941,44
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	834,69	834,69
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	70,00	70,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	Miejscowe
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	---	----
<b>2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m<sup>2</sup>·K)</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,45	0,19
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,38; 1,38	0,15; 0,15
2.2.3.	Strop nad piwnicą	1,30	1,30
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	2,70; 2,53	2,70; 2,53
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,00; 1,00; 1,00; 2,70; 1,00; 1,00	1,00; 1,00; 1,00; 0,90; 1,00; 1,00
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,70; 1,70; 2,70; 1,70	1,70; 1,70; 2,70; 1,70
2.2.7.	Stropy zewnętrzne	1,41	1,41
2.2.8.	Ściany wewnętrzne	2,40; 1,28; 1,71	2,40; 1,28; 1,71
2.2.9.	Stropy wewnętrzne	1,30	1,30
2.2.10.	Drzwi wewnętrzne	2,00; 2,00; 2,00	2,00; 2,00; 2,00
<b>2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,795	0,795
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,900	0,900
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,890
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,850	0,850

2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,950	0,950
<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	0,990	0,990
2.4.2.	Sprawność przesyłu	1,000	1,000
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
<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]	2721,52	2710,60
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]	157,58	66,95
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	13,12	13,12
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	904,28	174,02
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1325,39	220,67
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	25,53	25,53
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)]	300,94	57,91
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)]	441,09	73,44
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]	27,06	27,06
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> ]	31,52	31,52
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)]	2,63	0,33
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]	371718,17	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	81,78
Planowane koszty całkowite [zł]	421718,17	Premia termomodernizacyjna [zł]	59787,58
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	29893,79		

\* 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.

### 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.

#### 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-TERMO PRO 6.5

#### 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:

**50000 zł**

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

**500000 zł**

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

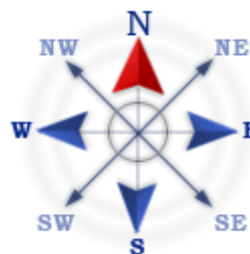
### 4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	2921,79 m <sup>3</sup>
Kubatura ogrzewania	-	2721,52 m <sup>3</sup>
Powierzchnia netto budynku	-	941,44 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	-	263,22 m <sup>2</sup>
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość użytkowników	-	70,00

### 4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Przedmiotem opracowania jest Audyt Energetyczny budynku Zespołu Szkolno – Przedszkolnego w Żeliszawicach. Jest to budynek częściowo podpiwniczony z dwoma kondygnacjami nadziemnymi, konstrukcja tradycyjna murowana. Podłoga na gruncie oraz podłoga zagłębiona betonowa o grubości 40 cm. Ściany zewnętrzne o grubości 40cm wykonane z cegły pełnej, wykończone tynkiem cementowo – wapiennym. Stropy międzykondygnacyjne żelbetowe o grubości 24 cm. Budynek przykryty nieocieplonym dachem wykończonym papą asfaltową. Okna zewnętrzne PCV w dobrym stanie technicznym o wartości współczynnika przenikania ciepła  $U=1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Część okien drewnianych w złym stanie technicznym, kwalifikującym do wymiany.

Sytuowanie budynku w stosunku do stron świata



### 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

#### 4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,45	W/(m <sup>2</sup> •K)
Dach/stropodach	1,38; 1,38	W/(m <sup>2</sup> •K)
Strop piwnicy	1,30	W/(m <sup>2</sup> •K)
Okna	1,00; 1,00; 1,00; 2,70; 1,00; 1,00	W/(m <sup>2</sup> •K)
Drzwi/bramy	1,70; 1,70; 2,70; 1,70	W/(m <sup>2</sup> •K)
Okna połaciowe	---	W/(m <sup>2</sup> •K)
Stropy zewnętrzne	1,41	W/(m <sup>2</sup> •K)
Ściany wewnętrzne	2,40; 1,28; 1,71	W/(m <sup>2</sup> •K)

Podłogi na gruncie	2,70; 2,53	W/(m <sup>2</sup> •K)
Stropy wewnętrzne	1,30	W/(m <sup>2</sup> •K)
Drzwi wewnętrzne	2,00; 2,00; 2,00	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	27,06 zł/GJ	27,06 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	138,90 zł/GJ	1,14 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

Obliczenia opłaty za 1 GJ energii na ogrzewanie w przypadku ogrzewania indywidualnego

Rodzaj paliwa	Cena jednostki paliwa	% udział źródła	Wartość opałowa	Cena za GJ	średnia ważona opłata za GJ
Paliwo – Węgiel kamienny	0,75zł	100%	0,028 GJ/kg	27,06zł	27,06
Σ		100%			

**4.5. Charakterystyka systemu grzewczego**

Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane po 2000r. Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,795$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,900$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacje ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 5 dni	$w_t = 0,850$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 8 godzin	$w_d = 0,950$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,551
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	---	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na wymianie źródła ciepła na	wymagany próg oszczędności:



	kocioł o większej mocy.	<b>15%</b>
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
<b>4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej</b>		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	$\eta_{W,g} = 0,990$
Przesył ciepłej wody	Systemy przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynkach jednorodzinnych	$\eta_{W,d} = 1,000$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	---	$\eta_{W,s} = 1,000$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,990
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	2721,52	
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
SZ, zewnętrzna	Ściany zewnętrzne murowane, o grubości 40 cm, wykończone tynkiem cementowo-wapiennym. Przegroda nie posiada izolacji cieplnej, w związku z czym charakteryzuje się wysoką wartością współczynnika przenikania ciepła U, niespełniającą aktualnych wymagań. Należy poddać ją modernizacji poprzez ocieplenie.
SW1	Ściana wewnętrzna murowana o grubości 40 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Nie przewiduje się modernizacji.
SW2	Ściana wewnętrzna murowana o grubości 25 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Nie przewiduje się modernizacji.
SW3	Ściana wewnętrzna murowana o grubości 12 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Nie przewiduje się modernizacji.
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie betonowa o grubości 40 cm. Charakteryzuje się niewystarczającym wskaźnikiem przenikania ciepła U. Nie przewiduje się modernizacji przegrody.
Strop wewnętrzny	Strop wewnętrzny żelbetowy o grubości 24 cm. Nie przewiduje się modernizacji.
Dach	Stropodach żelbetowy pełny o grubości 24 cm, wykończony papą asfaltową. Przegroda nieocieplona, nie spełnia aktualnych wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła U, należy ją docieplić.
Okna zewnętrzne PCV	Okna PCV w dobrym stanie technicznym o wartości współczynnika $U=1,0$ W/(m <sup>2</sup> K)
Okna zewnętrzne drewniane	Część okien drewnianych, w złym stanie technicznym, charakteryzujące się nieszczelnością. Kwalifikowane do wymiany.
Drzwi zewnętrzne	Główne drzwi wejściowe drewniane, charakteryzujące się nieszczelnościami. Stan technicznym kwalifikuje do wymiany.
System grzewczy	Budynek ogrzewany centralnie z węglowego źródła ciepła o mocy 125 kW w dobrym stanie technicznym. Źródło ciepła wymienione w 2016 r. Parametry pracy instalacji 90/70oC. Instalacja centralnego ogrzewania prowadzona po wierzchu, izolowane w części nieogrzewanej. Instalacja nie została poddawana modernizacji, grzejniki żeliwne, częściowo bez zaworów termostatycznych. W pomieszczeniu Kuchni znajduje się piec kaflowy.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda przygotowywana miejscowo przy pomocy podgrzewaczy elektrycznych, w pomieszczeniu Kuchni znajduje się bojler zasilany z istniejącego pieca kaflowego.

## 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

#### 6.1.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ścianę zewnętrzną

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody SZ, zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Styropian EPS, <math>\lambda=0,036</math> [W/(m·K)];</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>1245,83m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>1245,83m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3555,10</b> dzień·K/rok	$t_{wo}=$ <b>19,55</b> °C	$t_{zo}=$ <b>-20,00</b> °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	27,06	27,06	27,06	27,06
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament $A_b$	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	16	18	20
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,450	0,195	0,176	0,160
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	0,69	5,13	5,69	6,25
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	4,44	5,00	5,56
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	555,01	74,54	67,26	61,28
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0715	0,0096	0,0087	0,0079
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	---	13001,59	13198,54	13360,45
Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$	zł/m <sup>2</sup>	---	180,00	190,00	200,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	275825,91	291149,57	306473,23
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	21,21	22,06	22,94

#### Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

##### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 275825,91 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 21,21 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm

##### Informacje uzupełniające:

Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem EPS o współczynniku przewodności cieplnej nie wyższym niż 0,036 W/(m·K). Minimalna grubość izolacji, dla której zostanie spełniony warunek U według WT2021 to 16 cm.

**6.1.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez dachy**

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Dach		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Styropapa <math>\lambda= 0,035</math> [W/(m·K)];</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>418,24m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>418,24m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3555,10</b> dzień·K/rok	$t_{wo}=$ <b>18,95</b> °C	$t_{zo}=$ <b>-20,00</b> °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	27,06	27,06	27,06	27,06
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament $A_b$	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	22	24	26
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,381	0,146	0,135	0,126
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	0,72	6,84	7,39	7,95
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	6,11	6,67	7,22
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	177,41	18,79	17,38	6,17
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0225	0,0024	0,0022	0,0021
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	---	4292,02	4330,25	4363,13
Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$	zł/m <sup>2</sup>	---	180,00	190,00	200,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	92598,70	97743,08	102887,45
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	21,57	22,57	23,58

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1****Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 92598,70 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 21,57 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 22 cm

## Informacje uzupełniające:

Docieplenie dachu styropapą o współczynniku przewodności cieplnej nie wyższym niż 0,036 W/(m·K). Minimalna grubość izolacji, dla której zostanie spełniony warunek U wg wytycznych WT2021 to 22 cm.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Dach		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Styropapa, <math>\lambda= 0,035</math> [W/(m·K)];</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>143,28m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>143,28m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3555,10</b> dzień·K/rok	$t_{wo}=$ <b>18,94</b> °C	$t_{zo}=$ <b>-20,00</b> °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	27,06	27,06	27,06	27,06
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament $A_b$	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	22	24	26
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,381	0,146	0,135	0,126
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	0,72	6,84	7,39	7,95
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	6,11	6,67	7,22
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	60,77	6,44	5,95	5,54
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0077	0,0008	0,0008	0,0007
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	---	1470,33	1483,42	1494,69
Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$	zł/m <sup>2</sup>	---	180,00	190,00	200,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	31721,77	33484,09	35246,41
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	21,57	22,57	23,58

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1****Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 31721,77 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 21,57 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 22 cm

## Informacje uzupełniające:

Docieplenie dachu styropapą o współczynniku przewodności cieplnej nie wyższym niż 0,036 W/(m·K). Minimalna grubość izolacji, dla której zostanie spełniony warunek U wg wytycznych WT2021 to 22 cm.

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

### 6.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez okna zewnętrzne O5

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji	
Modernizacja przegrody O5 'Wentylacja grawitacyjna'	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: <b>48,61</b> m <sup>3</sup> /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: <b>12,42</b> m <sup>2</sup>	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: <b>12,42</b> m <sup>2</sup>	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: <b>12,42</b> m <sup>2</sup>	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo szczelna ( a > 4 )	
Stopniodni: <b>4616,80</b> dzień•K/rok    θi = <b>24,00</b> °C    θe = <b>-20,00</b> °C	

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	27,06	27,06
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>		1,35	1,00
Współczynnik c <sub>r</sub>		1,20	0,85
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	2,700	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	30,40	4,46
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0025	0,0011
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	701,96
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	---	650,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	3597,75
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	14,15

<p><b>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1</b></p> <p><b>Charakterystyka wariantu optymalnego:</b></p> <p>Koszt realizacji wariantu optymalnego: 9929,79 zł</p> <p>Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 14,15 lat</p> <p><b>Stolarka bardzo szczelna ( a &lt; 0,3 )</b></p> <p><b>Modernizacja systemu wentylacji</b></p> <p><b>U= 0,90</b></p> <p>Informacje uzupełniające:</p> <p>Wymiana starych okien drewnianych znajdujących się w części szatniowej przy sali sportowej, będących w złym stanie technicznym. Wymiana na okna PCV o współczynniku U=0,9 W(m<sup>2</sup>*K).</p>
---

**6.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez drzwi zewnętrzne DZ1****Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji****Modernizacja przegrody DZ1**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **12,09** m<sup>3</sup>/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **3,69**m<sup>2</sup>

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **3,69**m<sup>2</sup>

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **3,69**m<sup>2</sup>

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

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ( a > 4 )

Stopniodni: **1952,80** dzień•K/rok    θi = **12,00** °C    θe = **-20,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	27,06	27,06
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>		1,35	1,00
Współczynnik c <sub>r</sub>		1,20	1,00
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	2,700	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	3,93	0,81
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0005	0,0002
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	81,47
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	---	1200,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	5446,44
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	66,85

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1****Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 5446,44 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 70,09 lat

**Stolarka szczelna ( 0,5 < a < 1 )**

**Modernizacja systemu wentylacji**

**U= 1,30**

Informacje uzupełniające:

Wymiana drewnianych drzwi zewnętrznych (drzwi wejściowe główne) na drzwi PCV o niższym współczynniku U=1,3 W/(m<sup>2</sup>\*K).

### 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
Ciepło właściwe wody $c_w$	[kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody $\rho_w$	[kg/m <sup>3</sup> ]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody $\theta_w$	[°C]	55	55
Temperatura zimnej wody $\theta_o$	[°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny $k_R$	[-]	0,55	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	834,70	834,70
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. $V_{wi}$	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·doba)]	0,80	0,80
Czas użytkowania $\tau$	[h]	8,00	8,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności $N_h$	[-]	3,00	1,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,99	3,00
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	1,00	0,70
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	1,00	0,84
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła $Q_{cw}$	[GJ/rok]	25,53	14,33
Max moc cieplna $q_{cwu}$	[kW]	13,12	6,56

#### 6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	138,90	1,14
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]	---	3529,89
Koszt modernizacji $N_u$	[zł]	---	198399,00
SPBT	[lat]	---	56,21

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

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż kolektorów słonecznych	184500,00
Wykonanie instalacji c.w.u. i cyrkulacji	7749,00
Montaż zasobnika c.w.u.	6150,00
<b>Suma:</b>	<b>198399,00</b>



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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$	Montaż kolektorów słonecznych.
Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$	Budowa instalacji do przesyłu ciepłej wody użytkowej oraz cyrkulacji.
Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$	Montaż zasobnika ciepłej wody użytkowej.

**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	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 4
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie [zł/GJ]	27,06	27,06	138,90	39,12	27,06
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie [zł/MW]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło [GJ]	904,28				
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,1576				
Sprawność systemu grzewczego	0,551	0,637	3,284	0,697	0,672
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$ [zł/a]	---	4835,76	4981,33	-5126,21	6444,53
Koszt modernizacji [zł]	---	6642,00	422689,50	68142,00	55165,50
SPBT [lat]	---	1,37	84,85	-13,29	8,56

Informacje uzupełniające:

Wariant 1 polega na montażu zaworów termostatycznych i podpionowych na istniejącej instalacji centralnego ogrzewania. Wariant 2 obejmuje montaż pompy ciepła, wymian istniejących grzejników oraz montaż zaworów termostatycznych i podpionowych. Wariant 3 polega na wymianie źródła ciepła na kocioł na biomasę z automatycznym podajnikiem paliwa oraz montażu zaworów termostatycznych i podpionowych. Wariant 4 obejmuje wymianę istniejących grzejników, montaż zaworów termostatycznych oraz izolację istniejącej instalacji. Ze względu na dobry stan techniczny istniejących kotłów, nie przewiduje się wymiany źródła ciepła. Wymiana źródła ciepła na źródła wykorzystujące odnawialne źródła (wariant 2 - pompa ciepła, wariant 3 - kocioł na pellet) nie zwiększy oszczędności, modernizacja instalacji (wariant 4) nie wpłynie znacząco na poprawę sprawności całego systemu. Wariantem optymalnym jest wariant 1.

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,795
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,900

Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,890
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia $w_t$	0,850
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	0,950
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,637

\*) - 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
Montaż zaworów termostatycznych i podpionowych	6642,00
<b>Suma:</b>	<b>6642,00</b>

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$	Brak.
Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$	Brak.
Ulepszenie sprawności regulacji $\eta_e$	Montaż zaworów termostatycznych i podpionowych.
Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$	Brak.
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu $w_t$ i $w_d$	Brak.

## 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 przegrody O5 'Wentylacja grawitacyjna'	9929,79 zł	14,15
2.	Modernizacja przegrody SZ, zewnętrzna	275825,91 zł	21,21
3.	Modernizacja przegrody Dach	92598,70 zł	21,57
4.	Modernizacja przegrody Dach	31721,77 zł	21,57
5.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	198399,00 zł	56,21
6.	Modernizacja przegrody DZ1 'Wentylacja grawitacyjna'	5446,44 zł	66,85
7.	Audyt energetyczny	5000,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	6642,00	1,37

### 7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody O5 'Wentylacja grawitacyjna'	9929,79
2	Modernizacja przegrody SZ, zewnętrzna	275825,91
3	Modernizacja przegrody Dach	92598,70
4	Modernizacja przegrody Dach	31721,77
5	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	198399,00
6	Modernizacja przegrody DZ1 'Wentylacja grawitacyjna'	5446,44
7	Modernizacja systemu grzewczego	6642,00
8	Audyt energetyczny	5000,00
Całkowity koszt		625563,61

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody O5 'Wentylacja grawitacyjna'	9929,79
2	Modernizacja przegrody SZ, zewnętrzna	275825,91
3	Modernizacja przegrody Dach	92598,70
4	Modernizacja przegrody Dach	31721,77

5	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	198399,00
6	Modernizacja systemu grzewczego	6642,00
7	Audyt energetyczny	5000,00
Całkowity koszt		620117,17

<b>Wariant 3</b>		
	Usprawienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody O5 'Wentylacja grawitacyjna'	9929,79
2	Modernizacja przegrody SZ, zewnętrzna	275825,91
3	Modernizacja przegrody Dach	92598,70
4	Modernizacja przegrody Dach	31721,77
5	Modernizacja systemu grzewczego	6642,00
6	Audyt energetyczny	5000,00
Całkowity koszt		421718,17

<b>Wariant 4</b>		
	Usprawienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody O5 'Wentylacja grawitacyjna'	9929,79
2	Modernizacja przegrody SZ, zewnętrzna	275825,91
3	Modernizacja przegrody Dach	92598,70
4	Modernizacja systemu grzewczego	6642,00
5	Audyt energetyczny	5000,00
Całkowity koszt		389996,40

<b>Wariant 5</b>		
	Usprawienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody O5 'Wentylacja grawitacyjna'	9929,79
2	Modernizacja przegrody SZ, zewnętrzna	275825,91
3	Modernizacja systemu grzewczego	6642,00
4	Audyt energetyczny	5000,00
Całkowity koszt		297397,70

<b>Wariant 6</b>		
	Usprawienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody O5 'Wentylacja grawitacyjna'	9929,79
2	Modernizacja systemu grzewczego	6642,00
3	Audyt energetyczny	5000,00

Całkowity koszt	21571,79
-----------------	----------

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	6642,00
2	Audyt energetyczny	5000,00
Całkowity koszt		11642,00

### 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	0,1576	904,28	19,22	834,69	2721,52	2921,79	2721,52	57,89	0,65
1	0,0667	172,54	19,22	834,69	2721,52	2921,79	2721,52	25,24	0,65
2	0,0669	174,02	19,22	834,69	2721,52	2921,79	2721,52	25,24	0,65
3	0,0669	174,02	19,22	834,69	2721,52	2921,79	2721,52	25,24	0,65
4	0,0738	225,98	19,22	834,69	2721,52	2921,79	2721,52	27,77	0,65
5	0,0940	385,28	19,22	834,69	2721,52	2921,79	2721,52	35,16	0,65
6	0,1558	896,82	19,22	834,69	2721,52	2921,79	2721,52	57,89	0,65
7	0,1576	904,28	19,22	834,69	2721,52	2921,79	2721,52	57,89	0,65

#### 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 MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	904,28 0,1576	25,53 0,0131	0,55	0,85	0,95	1350,93	39411,41	---	---
1	172,54 0,0667	14,33 0,0066	0,64	0,85	0,95	233,11	7910,59	31500,82	79,93
2	174,02 0,0669	14,33 0,0066	0,64	0,85	0,95	235,00	7961,63	31449,78	79,80
3	174,02 0,0669	25,53 0,0131	0,64	0,85	0,95	246,20	9517,62	29893,79	75,85
4	225,98 0,0738	25,53 0,0131	0,64	0,85	0,95	312,09	11300,50	28110,91	71,33
5	385,28 0,0940	25,53 0,0131	0,64	0,85	0,95	514,09	16766,60	22644,81	57,46
6	896,82 0,1558	25,53 0,0131	0,64	0,85	0,95	1162,76	34319,52	5091,89	12,92
7	904,28 0,1576	25,53 0,0131	0,64	0,85	0,95	1172,22	34575,65	4835,76	12,27

#### 7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O$	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
					20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	625563,61 zł	31500,82	82,74%	50000,00 7,99% 575563,61 92,01%	115112,72	100090,18	63001,65
2	620117,17 zł	31449,78	82,60%	50000,00 8,06% 570117,17 91,94%	114023,43	99218,75	62899,57
3	421718,17 zł	29893,79	81,78%	50000,00 11,86% 371718,17 88,14%	74343,63	67474,91	59787,58

4	389996,40 zł	28110,91	76,90%	50000,00 339996,40	12,82% 87,18%	67999,28	62399,42	56221,82
5	297397,70 zł	22644,81	61,95%	50000,00 247397,70	16,81% 83,19%	49479,54	47583,63	45289,61
6	21571,79 zł	5091,89	13,93%	50000,00 0,00	100,00% 0,00%	0,00	3451,49	10183,79
7	11642,00 zł	4835,76	13,23%	50000,00 0,00	100,00% 0,00%	0,00	1862,72	9671,51

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 3 gdyż:**

**1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 15%**

**Warianty nr 1 i 2 charakteryzują się nieznacznie większą procentową roczną oszczędnością zapotrzebowania na energię przy znacznie wyższych kosztach całkowitych.**

**2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej**

**3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 50000,00 zł**

#### **7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

- planowany koszt całkowity	---	421718,17 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	50000,00 zł	
- planowana kwota kredytu	---	371718,17 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	59787,58 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	29893,79 zł	tj. 75,85 %

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

### P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody SZ, zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian  $\lambda=0,036 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

### P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 22 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropapa  $\lambda=0,036 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

### P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 22 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropapa  $\lambda=0,036 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

### O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody O5**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki:  $0,900 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna (  $a < 0,3$  )

### C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Montaż zaworów termostatycznych i podpionowych na istniejącej instalacji centralnego ogrzewania. Ze względu na dobry stan techniczny istniejących kotłów, nie przewiduje się wymiany źródła ciepła.

### Dodatkowo wykonane będą następujące modernizacje:

1. **Zastosowanie systemu fotowoltaicznego do produkcji energii elektrycznej – zob. pkt 9**
2. **Zastosowanie oświetlenia energooszczędnego w budynku – zob. pkt 10**



## 9. Opis zastosowania systemu fotowoltaicznego w budynku.

Proponuje się zastosowanie systemu fotowoltaicznego do produkcji energii elektrycznej.

Tabela przedstawiająca zyski energetyczne dla proponowanych ogniw fotowoltaicznych.

Miesiąc	Nastonecznienie	Sprawność ogniw	Sprawność przetwornicy	Ilość energii uzyskana z ogniwa kWh/m <sup>2</sup>
Styczeń	17,4	16%	90%	2,5
Luty	33,7	16%	90%	4,9
Marzec	79,1	16%	90%	11,4
Kwiecień	111,6	16%	90%	16,1
Maj	162,8	16%	90%	23,4
Czerwiec	188,3	16%	90%	27,1
Lipiec	166,3	16%	90%	23,9
Sierpień	144,2	16%	90%	20,8
Wrzesień	94,2	16%	90%	13,6
Październik	51,1	16%	90%	7,4
Listopad	19,8	16%	90%	2,9
Grudzień	12,8	16%	90%	1,8
<b>Średnioroczne nastonecznienie dla szerokości geograficznej 54°</b>				<b>155,7</b>

Ilość i powierzchnia zastosowanych ogniw fotowoltaicznych: 8 szt, 12,8m<sup>2</sup>

Zestaw składa się z:

1. Paneli fotowoltaicznych
2. Regulatora prądu ładowania
3. Przetwornicy prądu stałego na zmienny
4. Okablowania – przewód solarny

Sprawność konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną przyjęto na poziomie 16%.

Sprawność przetwornicy przyjęto na poziomie 90%

**Szacowana ilość energii możliwa do uzyskania z instalacji fotowoltaicznej wynosi : 1993 kWh/rok**

Cena energii według taryfy: 0,59 zł/kWh

Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii: 1175,90 zł

**Koszt wykonania instalacji: 20 000,00 zł**

**Czas zwrotu inwestycji SPBT: 17,01 lat**

**Aktualne zużycie energii elektrycznej w budynku wynosi ok. 4 067 kWh/rok. Wykonanie systemu fotowoltaicznego pozwoli na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej pochodzącej z sieci o ok. 1 993 kWh/rok.**

**10. Opis zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku.**

Zamierzone przedsięwzięcie polega na wymianie istniejącego tradycyjnego oświetlenia wewnętrznego na nowoczesny energooszczędny system oświetleniowy – wykorzystujący oświetlenie typu LED.

Symbol		Stan istniejący	Stan projektowany
P <sub>N</sub>	Jednostkowa moc opraw [W/m <sup>2</sup> ]	3,8	2,0
t <sub>D</sub>	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia [h/a]	1800	1800
t <sub>N</sub>	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy [h/a]	200	200
t <sub>O</sub>	Suma czasów [h/a]	2000	2000
t <sub>y</sub>	Liczba godzin w roku	8760	8760
F <sub>D</sub>	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego	0,8	0,8
F <sub>O</sub>	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników	0,8	0,8
F <sub>C</sub>	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia	1	1
m	Oświetlenie awaryjne (tak=1, nie=0)	0	0
n	Sterowanie opraw (tak=1, nie=0)	0	0
LEN <sub>I</sub>	Roczne jednostkowe zużycie energii [kWh/m <sup>2</sup> ]	5,4	2,9
E <sub>L</sub>	Roczne zużycie energii do oświetlenia [kWh]	3830,4	2016,0

$$LEN_I = [F_C * P_N / 1000 * ((t_O * F_O * F_D) + (t_N * F_O))] + m + n * [5 / t_y * (t_y * (t_D + t_N))]$$

Roczna oszczędność energii elektrycznej wynosi:

1 814,4 kWh/rok

Cena energii:

0,59 zł/kWh

Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii:

1070,50 zł

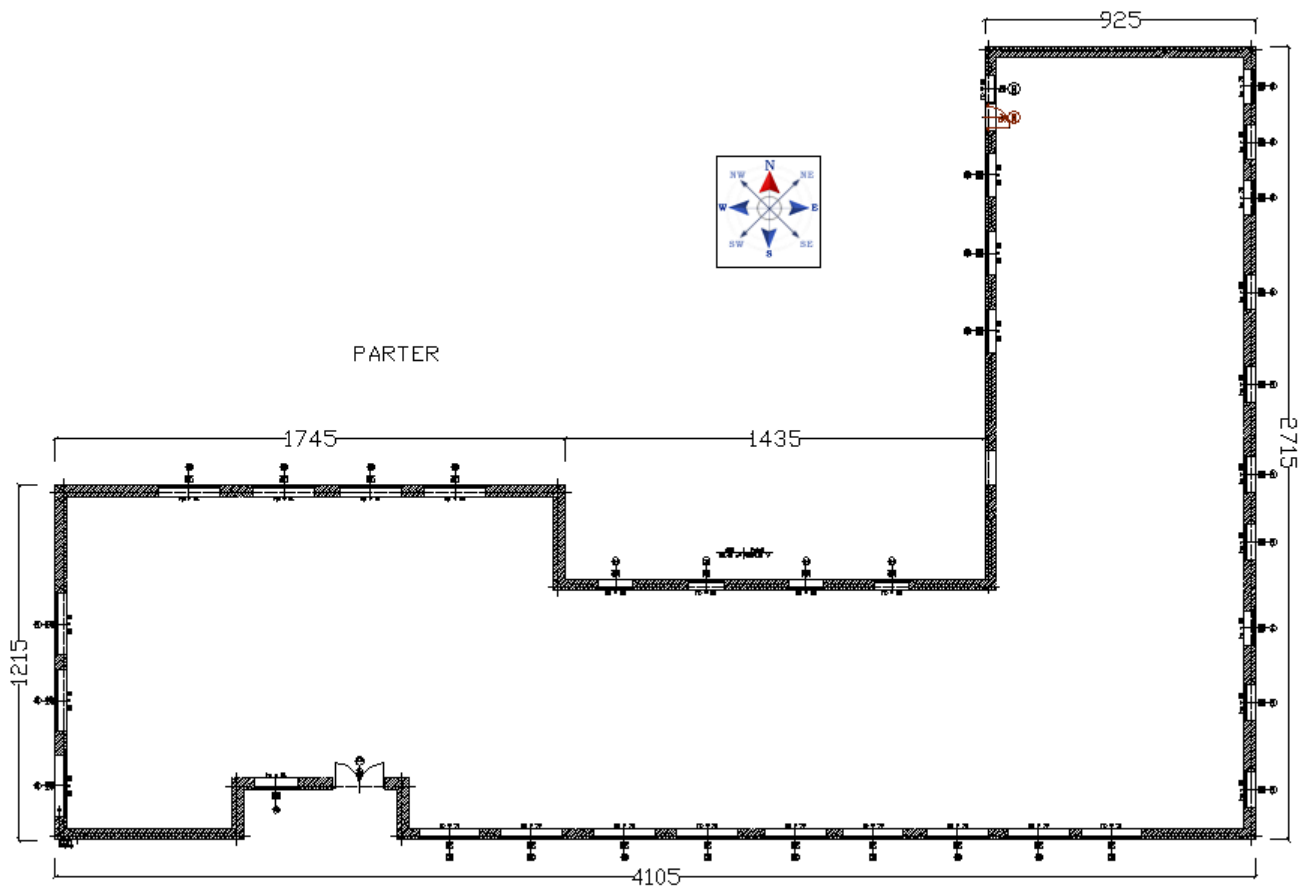
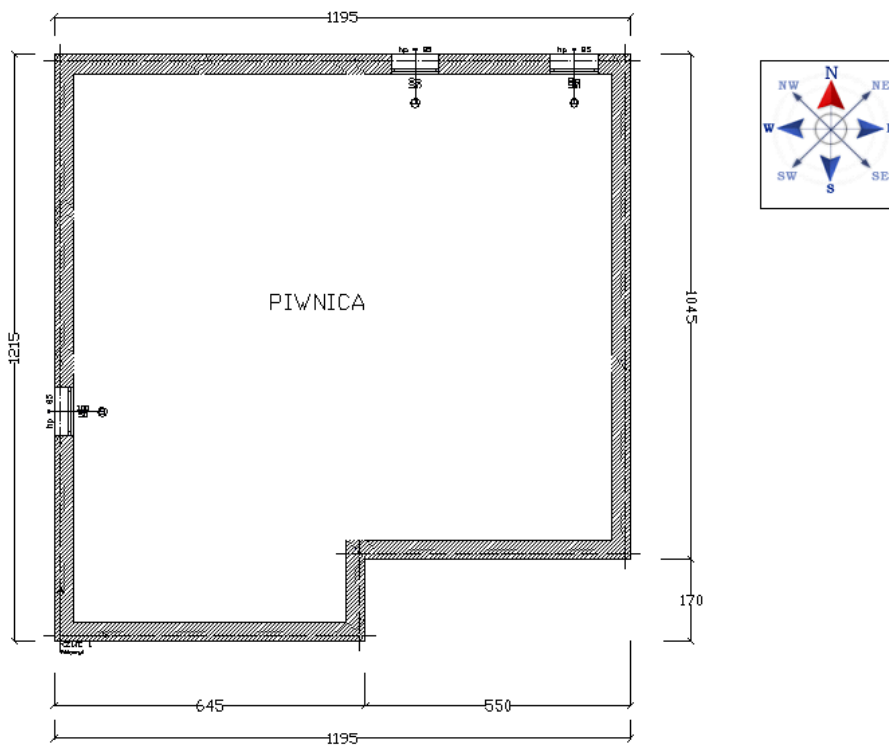
Koszt wymiany oświetlenia na energooszczędne typu LED:

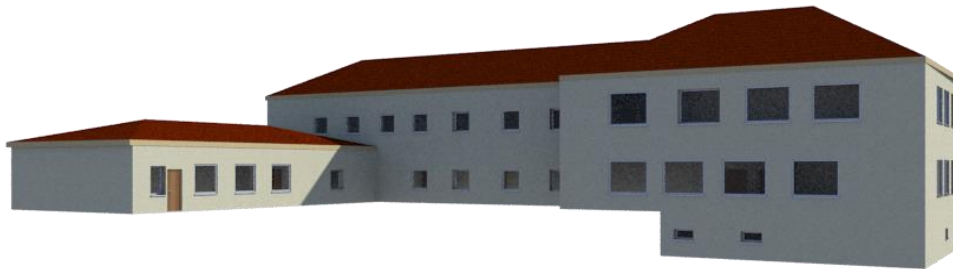
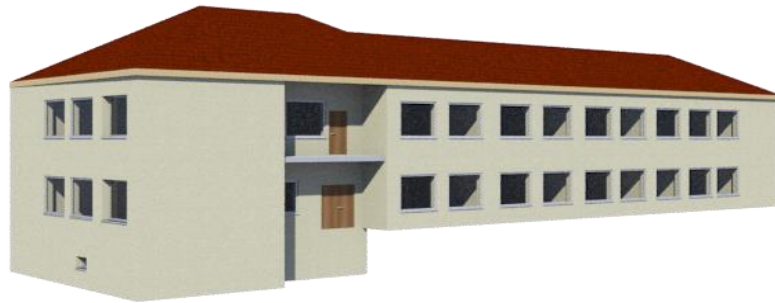
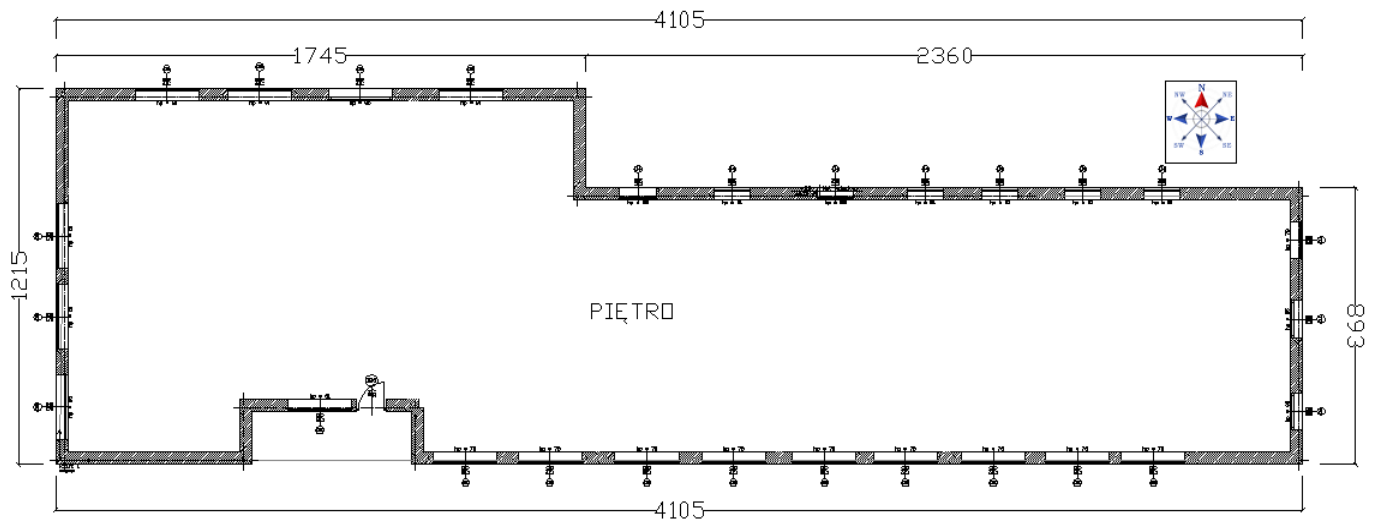
15 000,00 zł

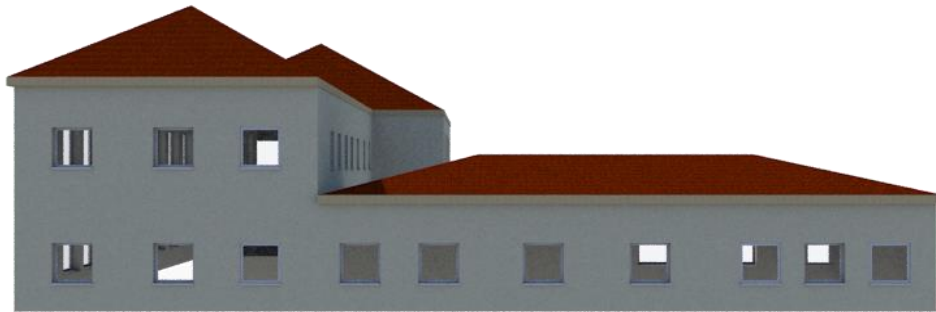
Czas zwrotu inwestycji:

14,01 lat

**Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku**











---

## Załącznik nr 2. – efekt ekologiczny

### 1. Cel opracowania

Celem opracowania jest pokazanie efektu ekologicznego wynikającego z zastosowanych usprawnień termomodernizacyjnych obliczonych w audycie energetycznym.

### 2. Dane budynku

Przeznaczenie budynku: Użyteczności publicznej

Strefa klimatyczna: III

Stacja meteorologiczna: Częstochowa

Powierzchnia zabudowy  $A_z=263,22 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze  $A_r=834,69 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto  $A=941,44 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku  $V=2921,79 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 3

### 3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja przegrody O5 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody Dach

Modernizacja przegrody Dach

Modernizacja przegrody SZ, zewnętrzna

Modernizacja systemu grzewczego



## 4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

### 4.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	0,55	7,70	kWh/kg	455878,4	59205,0	kg/rok

### 4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	0,64	7,70	kWh/kg	75529,7	9809,1	kg/rok

## 5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

### 5.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{W,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	0,99	1,00	kWh/kWh	7163,3	7163,3	kWh/rok

### 5.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{W,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	0,99	1,00	kWh/kWh	7163,3	7163,3	kWh/rok

## 6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii

Informacje uzupełniające:...

## 6.1. Przed modernizacją

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	kg/Mg	19,20000 0	1,000000	45,00000 0	2000,000 000	10,50000 0	0,350000	0,014000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	0,812000	0,001500	0,000003	0,000000

## 6.2. Po modernizacji

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	kg/Mg	19,20000 0	1,000000	45,00000 0	2000,000 000	10,50000 0	0,350000	0,014000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	0,812000	0,001500	0,000003	0,000000

## 7. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

## 7.1. Przed modernizacją

System	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	1136,735 8	59,2050	2664,224 4	118409,9 748	621,6524	20,7217	0,8289
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	65,1861	16,4756	4,9427	5816,602 1	10,7450	0,0193	0,0004
<b>Całkowita emisja w budynku</b>								
	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	1201,921 8	75,6806	2669,167 1	124226,5 768	632,3973	20,7411	0,8293

## 7.2. Po modernizacji

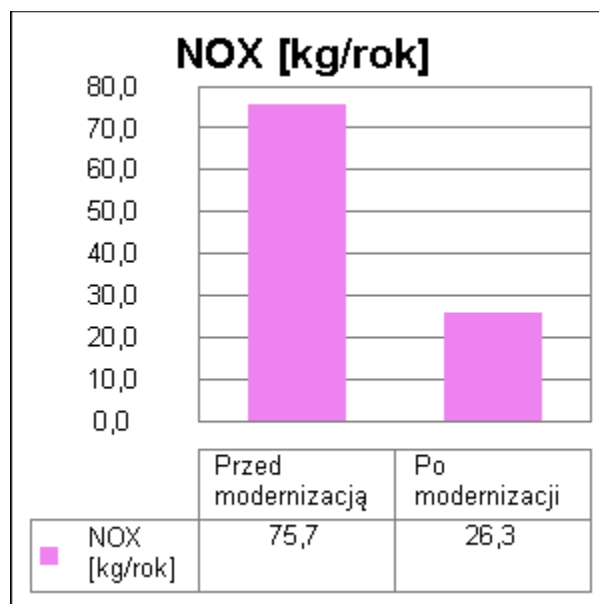
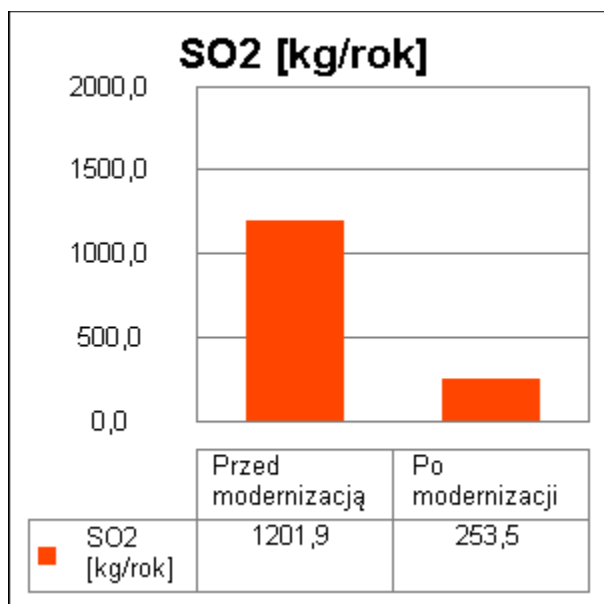
System	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	188,3338	9,8091	441,4073	19618,10 06	102,9950	3,4332	0,1373
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	65,1861	16,4756	4,9427	5816,602 1	10,7450	0,0193	0,0004
<b>Całkowita emisja w budynku</b>								
	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	253,5198	26,2846	446,3499	25434,70 27	113,7400	3,4525	0,1377

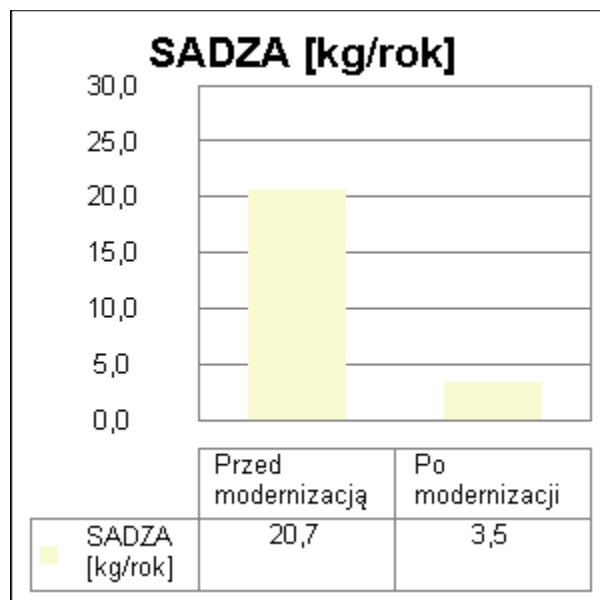
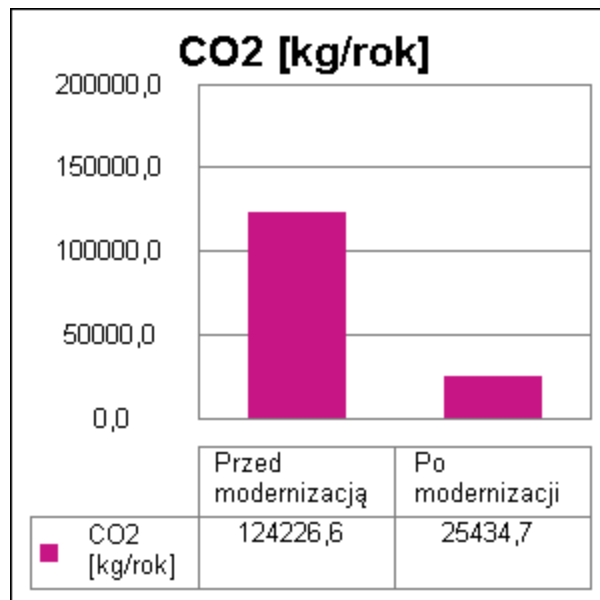
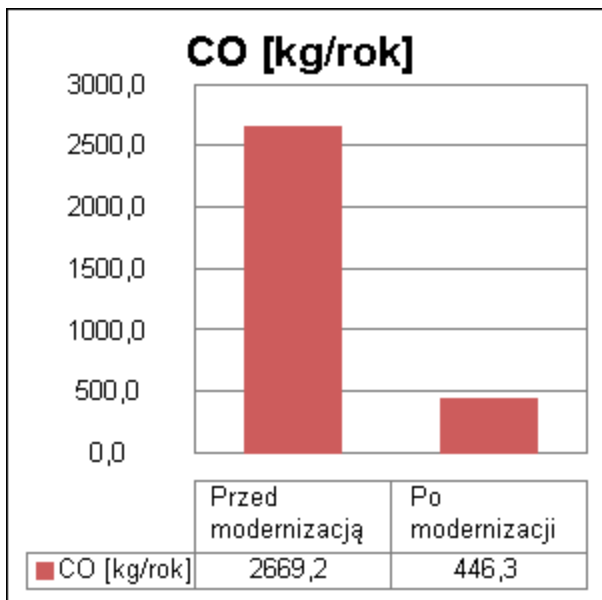
## 8. Bezpośredni efekt ekologiczny

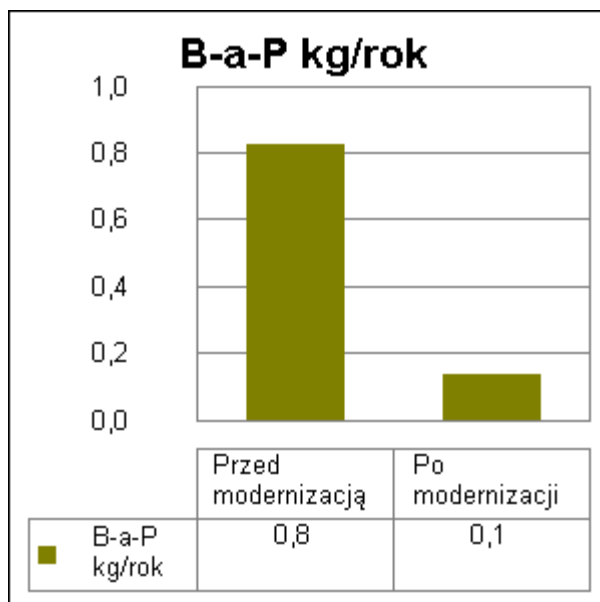
### 8.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek projektowany [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny[kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO <sub>2</sub>	1201,921815	253,519824	948,401992	78,91
NO <sub>x</sub>	75,680584	26,284647	49,395937	65,27
CO	2669,167112	446,349944	2222,817168	83,28
CO <sub>2</sub>	124226,576841	25434,702710	98791,874131	79,53
PYŁ	632,397322	113,739983	518,657339	82,01
SADZA	20,741087	3,452509	17,288578	83,35
B-a-P	0,829257	0,137714	0,691543	83,39

### 8.2. Wykresy bezpośredniego efektu ekologicznego







## 9. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię

Wartości współczynnika toksyczności zanieczyszczeń obliczono w oparciu o Rozporządzenie Ministerstwa Środowiska z dnia 26.01.2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. nr 87/2010 poz. 16).

$$K_{SO_2} = e_{SO_2}/e_t = 20/20 \text{ mg/m}^3 = 1,00$$

$$K_{NO_x} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{CO} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{CO_2} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{PYŁ} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{SADZA} = e_{SO_2}/e_t = 20/8 \text{ mg/m}^3 = 2,50$$

$$K_{B-a-P} = e_{SO_2}/e_t = 20/0,001 \text{ mg/m}^3 = 20000,00$$

### 9.1. Tabela emisji równoważnej

Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - Przed modernizacją [kg/rok]	Emisja - Po modernizacji [kg/rok]	Emisja równoważna - Przed modernizacją [kg/rok]	Emisja równoważna - Po modernizacji [kg/rok]
SO <sub>2</sub>	1,00	1201,921815	253,519824	1201,921815	253,519824
NO <sub>x</sub>	0,50	75,680584	26,284647	37,840292	13,142324
PYŁ	0,50	632,397322	113,739983	316,198661	56,869991
SADZA	2,50	20,741087	3,452509	51,852716	8,631271
B-a-P	20000,00	0,829257	0,137714	16585,132837	2754,270458
<b>Łączna emisja równoważna</b>				<b>18192,946321</b>	<b>3086,433868</b>

**Efekt ekologiczny wyrażony emisją równoważną dla proponowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 15106,512453 kg/rok, czyli 83,0%.**

9.2. Wykres emisji równoważnej

