

AUDYT ENERGETYCZNY

BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

BUDYNEK URZĘDU GMINY W SECEMINIE



Adres budynku:

ul. Struga 2
29-145 Secemin
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

Styczeń 2017

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1973
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Urząd Gminy Secemin	1.4 Adres budynku	
	ul. Struga 2 29-145 Secemin PESEL:	ul. Struga 2 29-145 Secemin ŚWIĘTOKRZYSKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
		EKOD Sp. z o.o. ul. Do Studzienki 31B 80-227 Gdańsk REGON: 364269177	
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Aleksander Borowski mgr. Inż. Inżynierii Środowiska uprawnienia budowlane nr POM/0215/PWOS/14		 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	Marcin Cząstkiewicz	Inwentaryzacja techniczno-budowlana	
2	Maria Kowaliszyn	Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło	
5. Miejscowość: Secemin		Data wykonania opracowania	styczeń 2017
6. Spis treści			
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 możliwości zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku. 10. Opis możliwości zastosowania systemu fotowoltaicznego w budynku. Załącznik nr 1. - Dokumentacja techniczna budynku Załącznik nr 2. – Efekt ekologiczny			

2. Karta audytu energetycznego budynku*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	4	4
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2412,48	2412,48
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	889,20	889,20
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	154,51	154,51
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	680,68	680,68
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	2,00	2,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	30,00	30,00
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]	0,41	0,41
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	---	---
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m²•K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,13; 2,72	0,19; 0,21
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,45	0,16
2.2.3.	Strop nad piwnicą	1,88	1,88
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,61	1,61
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10	1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,70; 2,70; 2,80	1,70; 2,70; 2,80
2.2.7.	Stropy wewnętrzne	1,88	1,88
2.2.8.	Ściany wewnętrzne	2,67; 1,27; 1,61	2,67; 1,27; 1,61
2.2.9.	Drzwi wewnętrzne	1,00	1,00
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,760	0,760
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,960	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	1,000

2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	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
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
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 ³ /h]	2212,34	2212,34
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,92	0,92
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	72,25	45,29
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	2,55	2,55
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	350,55	153,27
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	623,99	238,72
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	14,22	14,22
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 ² rok)]	116,59	50,98
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	207,54	79,40
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	25,25	25,25

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 ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	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 ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² •m-c)]	1,40	0,57
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00

2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowana kwota kredytu [zł]	139,259,08	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	60,37
Planowane koszty całkowite [zł]	174259,08	Premia termomodernizacyjna [zł]	19456,40
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	9728,20		

* 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:

35000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora:

200000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

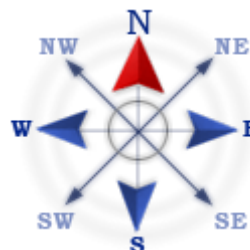
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	2541,06 m ³
Kubatura ogrzewania	-	2412,48 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	889,20 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	154,51 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,41 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	222,12 m ²
Ilość mieszkań	-	2,00
Ilość użytkowników	-	30,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Przedmiotem opracowania jest Audyt Energetyczny budynku Urzędu Gminy Secemin. Jest to budynek podpiwniczony z dwoma kondygnacjami nadziemnymi. Obiekt wybudowany w latach 1960, w latach 1980 budynek rozbudowano. Stara część wykonana w technologii tradycyjnej z cegły pełnej, grubość ścian zewnętrznych 70 cm oraz 51 cm. Ściany wykończone tynkiem cementowo-wapiennym. Część nowa, na którą składa się część z halą sportową, wykonana z pustaka ceramicznego. Grubość ściany 45 cm, wykończona tynkiem cementowo – wapiennym. Budynek nieocieplony. Podłoga na gruncie oraz podłoga zagłębiona betonowa o grubości 40 cm. Stropy międzykondygnacyjne żelbetowe o grubości 24 cm. Budynek przykryty dachem, ocieplonym płytą wiórowo-cementową, wykończony tynkiem cementowo-wapiennym i papą asfaltową na starej części budynku, na nowej części - blachą. Okna zewnętrzne PCV w dobrym stanie technicznym. W toaletach oraz w pomieszczeniach części poddasza okna drewniane, charakteryzujące się nieszczelnościami, kwalifikowane do wymiany.

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,13; 2,72	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	0,45	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	1,88	W/(m ² •K)
Okna	1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,10	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	1,70; 2,70; 2,80	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Stropy wewnętrzne	1,88	W/(m ² •K)

Ściany wewnętrzne	2,67; 1,27; 1,61	W/(m ² ·K)
Podłogi na gruncie	1,61	W/(m ² ·K)
Drzwi wewnętrzne	1,00	W/(m ² ·K)

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	25,25 zł/GJ	25,25 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	138,90 zł/GJ	0,29 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	0,70zł	100%	0,028 GJ/kg	25,25zł	82,08
Energia elektryczna – Produkcja mieszana	0,50zł	100%	0,004 GJ/kWh	138,90zł	
Σ		200%			

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane po 2000r. Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,760$
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	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacje ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,562
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	

Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: wymianie kotłów	wymagany próg oszczędności: 15%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	$\eta_{W,g} = 0,990$
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru	$\eta_{W,d} = 1,000$
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
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza wentylacyjnego	2212,34	
Krotność wymian powietrza	0,92	

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 piwnica, zewnętrzna	Ściana zewnętrzna piwnic z kamienia łamanego o grubości 45 cm, wykończona tynkiem cementowo - wapiennym. Brak izolacji cieplnej. Przegroda nie spełnia aktualnych warunków współczynnika przenikania ciepła U_{max} , docieplenie powierzchni znajdującej się nad poziomem terenu.
SZ38, zewnętrzna	Ściana zewnętrzna z cegły kratówki o grubości 38 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Brak izolacji cieplnej. Przegroda nie spełnia aktualnych warunków współczynnika przenikania ciepła U_{max} , przewiduje się termomodernizację.
SW6, wewnętrzna	Ściany wewnętrzne z cegły pełnej na zaprawie cementowo - wapiennej o grubości 6 cm, wykończone tynkiem cementowo-wapiennym.
SW25, wewnętrzna	Ściany wewnętrzne z cegły pełnej na zaprawie cementowo - wapiennej o grubości 25 cm, wykończone tynkiem cementowo-wapiennym.
SW38, wewnętrzna	Ściany wewnętrzne z cegły pełnej na zaprawie cementowo - wapiennej o grubości 38 cm, wykończone tynkiem cementowo-wapiennym.
Podłoga	Podłoga na gruncie o grubości całkowitej 40 cm. Charakteryzuje się niewystarczającym wskaźnikiem przenikania ciepła U . Ze względu na trudności z pracami oraz koszty związane z poprawą współczynnika U , nie przewiduje się modernizacji przegrody.
Strop, wewnętrzny	Strop żelbetowy o grubości 24 cm. Nie przewiduje się termomodernizacji
Dach	Stropodach wykonany z płyt wielkanałowych o grubości 24 cm, zaizolowany papą asfaltową na lepiku oraz płytami suprema o grubości 10 cm. Pokryty papą asfaltową.
Okna zewnętrzne	Okna zewnętrzne PCV w dobrym stanie technicznym o współczynniku przenikania ciepła $U=1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.
System grzewczy	Budynek ogrzewany centralnie z istniejącego kotła na węgiel kamienny o mocy nominalnej 70kW (rok produkcji 2005). Parametry pracy kotła 90/70°C. Ogrzewanie wodne z grzejnikami żeliwnymi, częściowo z zaworami termostatycznymi. Instalacja prowadzona po wierzchu, izolowana w przestrzeni nieogrzewanej, nie była modernizowana.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda przygotowywana miejscowo w elektrycznych podgrzewaczach przepływowych. Brak konieczności przeprowadzania modernizacji.

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 SZ piwnica

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody SZ piwnica, zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	120,98m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	120,98m²	
Stopniodni: 1759,91 dzień·K/rok	$t_{wo} = 10,99$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			Wariant 1	Wariant 1.1
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	25,25	25,25	25,25
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	16	18
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,715	0,208	0,186
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,37	4,81	5,37
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,44	5,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	49,95	3,82	3,43
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0102	0,0008	0,0007
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1164,65	1174,64
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	180,00	190,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	26783,97	28271,97
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	23,00	24,07

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 26783,97 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 23,00 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm

Informacje uzupełniające:

Docieplenie ściany fundamentowej styropianem XPS o współczynniku przewodzenia ciepła nie wyższym niż $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)]; o grubości co najmniej 16 cm, przy której zostanie spełniony warunek maksymalnej wartości współczynnika U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.

6.1.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ścianę zewnętrzną SZ38

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody SZ38, zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian, $\lambda= 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	432,73m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	432,73m²	
Stopniodni: 3595,53 dzień·K/rok	$t_{wo}=$ 19,30 °C	$t_{zo}=$ -20,00 °C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			Wariant 1	Wariant 1.1
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	25,25	25,25	25,25
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	16	18
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,130	0,188	0,170
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,89	5,33	5,89
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,44	5,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	151,87	25,22	22,84
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0192	0,0032	0,0029
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	3197,83	3257,95
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	180,00	190,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	95805,97	101128,52
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	29,96	31,04

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 95805,97 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 29,96 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm

Informacje uzupełniające:

Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem EPS o współczynniku przewodzenia ciepła nie wyższym niż $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)], przy której zostanie spełniony warunek maksymalnej wartości współczynnika U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.

6.1.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez dach D1

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Dach		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropapa, $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	270,46m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	270,46m²	
Stopniodni: 3503,09 dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,51$ °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	25,25	25,25	25,25	25,25
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 ² K)	0,451	0,156	0,144	0,134
Opór cieplny R	(m ² K)/W	2,22	6,43	6,95	7,48
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,21	4,74	5,26
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	36,91	12,73	11,77	10,94
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0047	0,0016	0,0015	0,0014
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	610,35	634,68	655,59
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	115,00	120,00	125,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	38255,94	39919,25	41582,55
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	62,68	62,90	63,43

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

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 38255,94 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 62,68 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm

Informacje uzupełniające:

Docieplenie stropodachu styropapą podwójnie laminowaną o współczynniku przewodze ciepła nie wyższym niż $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)] o grubości 16cm, przy której zostanie spełniony warunek maksymalnej wartości współczynnika U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.

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 drzwi zewnętrzne D1

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji	
Modernizacja przegrody D1	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 12,83 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 2,00 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 2,00 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 2,00 m ²	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 1064,80 dzień•K/rok θi = 8,00 °C θe = -20,00 °C	

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	25,25	25,25
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	1,00
Współczynnik c _r		1,20	1,00
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,700	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1,48	0,85
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0003	0,0002
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	16,05
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1200,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	2952,00
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	183,98

<p>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1</p> <p>Charakterystyka wariantu optymalnego:</p> <p>Koszt realizacji wariantu optymalnego: 2952,00 zł</p> <p>Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 183,98 lat</p> <p>Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)</p> <p>Modernizacja systemu wentylacji</p> <p>U= 1,30</p> <p>Informacje uzupełniające:</p> <p>Demontaż istniejących zewnętrznych drzwi drewnianych na drzwi PCV o współczynniku przenikania ciepła U=1,30 W/(m²K) zgodnym z wymaganiami WT2021.</p>

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 ρ_w	[kg/m ³]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,70	0,70
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m ²]	835,20	835,20
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,35	0,35
Czas użytkowania τ	[h]	9,00	9,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	1,50	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]	14,22	7,98
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	2,55	2,55

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	138,90	0,29
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 ΔO	[zł/a]	---	1973,47
Koszt modernizacji N_u	[zł]	---	171585,00
SPBT	[lat]	---	86,95

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż kolektorów słonecznych	153750,00
Instalacja do przesyłu ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji	10455,00
Montaż zasobnika c.w.u.	7380,00
Suma:	171585,00

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Montaż kolektorów słonecznych.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Budowa instalacji do przesyłu ciepłej wody użytkowej oraz cyrkulacji.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Montaż zasobnika c.w.u.

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]	25,25	25,25	85,83	25,25	25,25
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]	350,55				
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,0723				
Sprawność systemu grzewczego	0,562	0,642	0,743	3,126	0,663
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	1969,47	-24716,39	112923,99	2402,57
Koszt modernizacji [zł]	---	8413,20	69913,20	375506,70	90626,40
SPBT [lat]	---	4,27	-3,01	29,06	37,72

Informacje uzupełniające:

Wariant 1 obejmuje montaż zaworów termostatycznych i podpionowych na istniejącej instalacji. Wariant 2 polega na wymianie istniejącego źródła ciepła na kocioł na biomasę z automatycznym podajnikiem paliwa oraz montaż zaworów termostatycznych i podpionowych. Wariant 3 polega na demontażu istniejącego źródła ciepła i montażu gruntowej pompy ciepła, wymianie grzejników oraz montażu zaworów termostatycznych i podpionowych. Wariant 4 obejmuje montaż zaworów termostatycznych i podpionowych, izolację przewodów istniejącej instalacji oraz wymianę grzejników żeliwnych na grzejniki płytowe. Wariantem optymalnym jest wariant nr 1, pozostałe warianty nie mają uzasadnienia ekonomicznego

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 $\eta_{H,g}$	0,760
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 $\eta_{H,s}$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,642

*) - 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	8413,20
Suma:	8413,20

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Brak.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Brak.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Montaż zaworów termostatycznych i podpionowych.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_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 SZ piwnica, zewnętrzna	26783,97 zł	23,00
2.	Modernizacja przegrody SZ38, zewnętrzna	95805,97 zł	29,96
3.	Modernizacja przegrody Dach	38255,94 zł	62,68
4.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	171585,00 zł	86,95
5.	Modernizacja przegrody D1 'Wentylacja grawitacyjna'	2952,00 zł	183,98
6.	Audyt energetyczny	5000,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	8413,20	4,27

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody SZ piwnica, zewnętrzna	26783,97
2	Modernizacja przegrody SZ38, zewnętrzna	95805,97
3	Modernizacja przegrody Dach	38255,94
4	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	171585,00
5	Modernizacja przegrody D1 'Wentylacja grawitacyjna'	2952,00
6	Modernizacja systemu grzewczego	8413,20
7	Audyt energetyczny	5000,00
Całkowity koszt		348796,08

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody SZ piwnica, zewnętrzna	26783,97
2	Modernizacja przegrody SZ38, zewnętrzna	95805,97
3	Modernizacja przegrody Dach	38255,94
4	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	171585,00
5	Modernizacja systemu grzewczego	8413,20
6	Audyt energetyczny	5000,00

Całkowity koszt	345844,08
-----------------	-----------

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody SZ piwnica, zewnętrzna	26783,97
2	Modernizacja przegrody SZ38, zewnętrzna	95805,97
3	Modernizacja przegrody Dach	38255,94
4	Modernizacja systemu grzewczego	8413,20
5	Audyt energetyczny	5000,00
Całkowity koszt		174259,08

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody SZ piwnica, zewnętrzna	26783,97
2	Modernizacja przegrody SZ38, zewnętrzna	95805,97
3	Modernizacja systemu grzewczego	8413,20
4	Audyt energetyczny	5000,00
Całkowity koszt		136003,13

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody SZ piwnica, zewnętrzna	26783,97
2	Modernizacja systemu grzewczego	8413,20
3	Audyt energetyczny	5000,00
Całkowity koszt		40197,17

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	8413,20
2	Audyt energetyczny	5000,00
Całkowity koszt		13413,20

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik ciepły budynku	stosunek pow. przegrod zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,0723	350,55	17,66	835,19	2412,48	2541,06	2412,48	30,00	0,41
1	0,0437	153,06	17,66	835,19	2412,48	2541,06	2412,48	18,18	0,41
2	0,0438	153,27	17,66	835,19	2412,48	2541,06	2412,48	18,18	0,41
3	0,0438	153,27	17,66	835,19	2412,48	2541,06	2412,48	18,18	0,41
4	0,0468	176,37	17,66	835,19	2412,48	2541,06	2412,48	19,46	0,41
5	0,0628	303,76	17,66	835,19	2412,48	2541,06	2412,48	26,10	0,41
6	0,0723	350,55	17,66	835,19	2412,48	2541,06	2412,48	30,00	0,41

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
	$q_{h0,1co}$	$q_{0,1cwu}$							
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
	MW	MW							
0	350,55 0,0723	14,22 0,0026	0,56	1,00	1,00	638,22	17731,55	---	---
1	153,06 0,0437	7,98 0,0026	0,64	1,00	1,00	246,38	7128,48	10603,08	59,80
2	153,27 0,0438	7,98 0,0026	0,64	1,00	1,00	246,70	7136,43	10595,13	59,75
3	153,27 0,0438	14,22 0,0026	0,64	1,00	1,00	252,94	8003,35	9728,20	54,86
4	176,37 0,0468	14,22 0,0026	0,64	1,00	1,00	288,92	8911,96	8819,59	49,74
5	303,76 0,0628	14,22 0,0026	0,64	1,00	1,00	487,33	13921,71	3809,85	21,49
6	350,55 0,0723	14,22 0,0026	0,64	1,00	1,00	560,22	15762,08	1969,47	11,11

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	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	348796,08 zł	10603,08	61,39%	35000,00 313796,08	10,03% 89,97%	62759,22	55807,37	21206,16
2	345844,08 zł	10595,13	61,35%	35000,00 310844,08	10,12% 89,88%	62168,82	55335,05	21190,25
3	174259,08 zł	9728,20	60,37%	35000,00 139259,08	20,09% 79,91%	27851,82	27881,45	19456,40
4	136003,13 zł	8819,59	54,73%	35000,00 101003,13	25,73% 74,27%	20200,63	21760,50	17639,19
5	40197,17 zł	3809,85	23,64%	35000,00 5197,17	87,07% 12,93%	1039,43	6431,55	7619,70
6	13413,20 zł	1969,47	12,22%	35000,00 0,00	100,00% 0,00%	0,00	2146,11	3938,94

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%

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 35000,00 zł

9.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	174259,08 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	35000,00 zł	
- planowana kwota kredytu	---	139259,08 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	19456,40 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	9728,20 zł	tj. 54,86 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody SZ piwnica, zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian XPS, $\lambda=0,036$ [W/(m*K)]

Docieplenie ściany zewnętrznej styropianem XPS o współczynniku przewodzenia ciepła lambda nie wyższym niż 0,036 [W/(m*K)] o grubości co najmniej 16 cm.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody SZ38, zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian EPS, $\lambda=0,036$ [W/(m*K)]

Uwagi:

Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem EPS o współczynniku przewodzenia ciepła nie wyższym niż 0,036 [W/(m*K)] o grubości co najmniej 16 cm.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropapa

Uwagi:

Docieplenie stropodachu styropapą podwójnie laminowaną o współczynniku przewodzenia ciepła nie wyższym niż $\lambda = 0,038$ [W/(m*K)] o grubości 16cm.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Uwagi:

Montaż zaworów termostatycznych i podpionowych na istniejącej instalacji.

Dodatkowo przewiduje się wykonanie następujących modernizacji:

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

9. Opis możliwości zastosowania systemu fotowoltaicznego w budynku.

Proponuje się zastosowanie systemu fotowoltaicznego do produkcji energii elektrycznej.

Tabela przedstawiająca zyski energetyczne dla proponowanych ogniw fotowoltaicznych.

Miesiąc	Nasłonecznienie	Sprawność ogniw	Sprawność przetwornicy	Ilość energii uzyskana z ogniwa kWh/m ²
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
Średnioroczne nasłonecznienie dla szerokości geograficznej 54°				155,7

Ilość i powierzchnia zastosowanych ogniw fotowoltaicznych: 25 szt, 40m²

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: 6 228,29 kWh/rok

Cena energii według taryfy: 0,59 zł/kWh

Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii: 3 674,69 zł

Koszt wykonania instalacji: 50 000 zł

Czas zwrotu inwestycji SPBT: 13,61 lat

Aktualne zużycie energii elektrycznej w budynku wynosi ok. 24 396 kWh/rok.

Wykonanie systemu fotowoltaicznego pozwoli na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej pochodzącej z sieci o ok. 6 228 kWh/rok

10. Opis możliwości 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 _N	Jednostkowa moc opraw [W/m ²]	7,2	3,6
t _D	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia [h/a]	2500	2500
t _N	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy [h/a]	250	250
t _O	Suma czasów [h/a]	2750	2750
t _y	Liczba godzin w roku	8760	8760
F _D	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego	1	1
F _O	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników	1	1
F _C	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia	1	1
m	Oświetlenie awaryjne (tak=1, nie=0)	0	0
n	Sterowanie opraw (tak=1, nie=0)	0	0
LENI	Roczne jednostkowe zużycie energii [kWh/m ²]	21,6	10,8
E _L	Roczne zużycie energii do oświetlenia [kWh]	19202,4	9601,2

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

Roczna oszczędność energii elektrycznej wynosi:

9601,2 kWh/rok

Cena energii:

0,59 zł/kWh

Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii:

5664,71 zł

Koszt wymiany oświetlenia na energooszczędne typu LED:

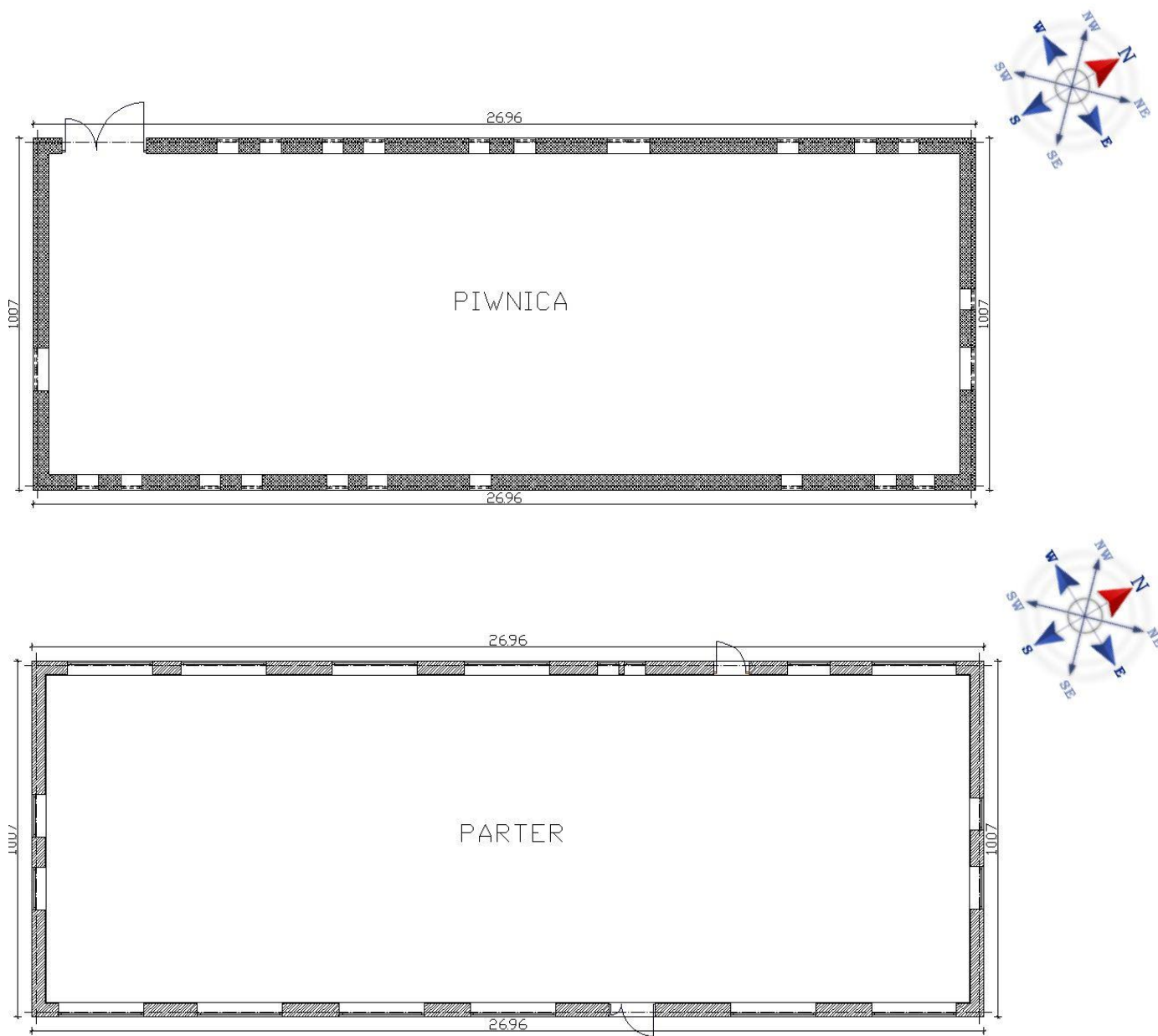
18 300 zł

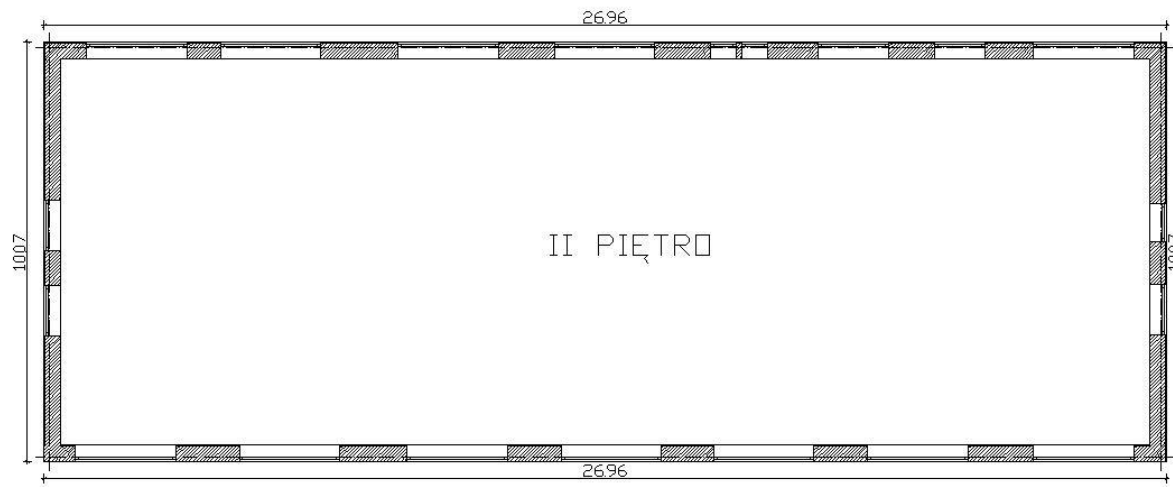
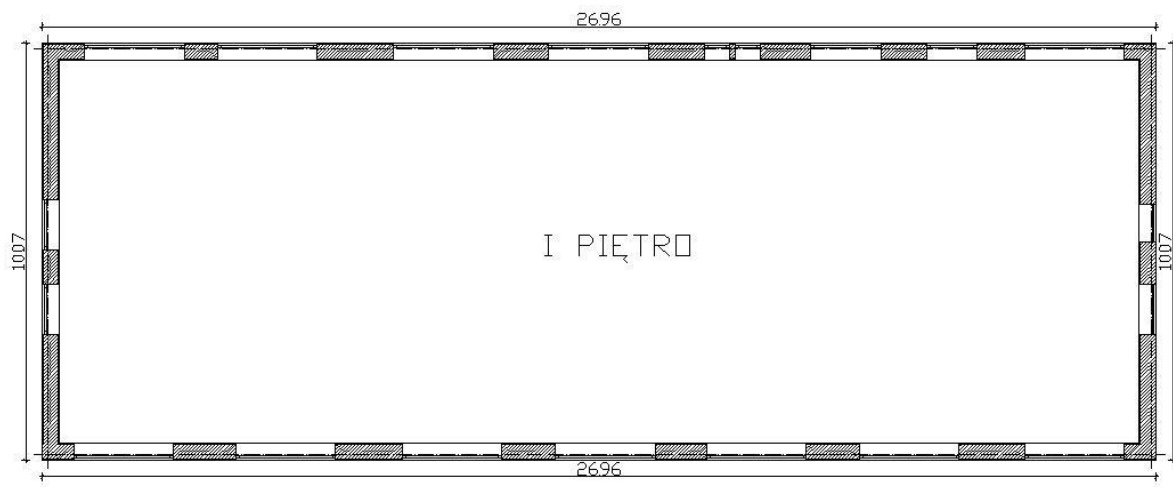
Czas zwrotu inwestycji SPBT:

3,23 lat

Aktualne zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia w budynku wynosi ok. 19 202 kWh/rok. Wykonanie modernizacji systemu oświetlenia pozwoli na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej pochodzącej z sieci o ok. 9 601 kWh/rok.

Załącznik 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 $A_z=222,12 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r=835,19 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=889,20 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku $V=2541,06 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 4

3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja przegrody SZ piwnica, zewnętrzna

Modernizacja przegrody SZ38, 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	0,56	7,70	kWh/kg	173883,9	22582,3	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	66523,4	8639,4	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	3983,8	3983,8	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	3983,8	3983,8	kWh/rok

6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii

6.1. Przed modernizacją

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	kg/Mg	19,200000	1,000000	45,000000	2000,000000	10,500000	0,350000	0,014000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	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 ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny	kg/Mg	19,200000	1,000000	45,000000	2000,000000	10,500000	0,350000	0,014000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	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 ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	433,5807	22,5823	1016,2048	45164,656 8	237,1144	7,9038	0,3162
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	36,2529	9,1628	2,7488	3234,8768	5,9758	0,0108	0,0002
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO₂	NO_x	CO	CO₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	469,8336	31,7452	1018,9536	48399,533 5	243,0902	7,9146	0,3164

7.2. Po modernizacji

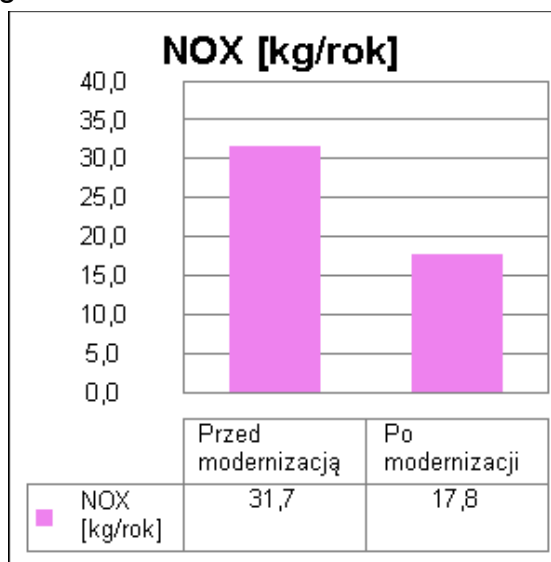
System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	165,8766	8,6394	388,7733	17278,814 9	90,7138	3,0238	0,1210
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	36,2529	9,1628	2,7488	3234,8768	5,9758	0,0108	0,0002
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO₂	NO_x	CO	CO₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	202,1296	17,8022	391,5222	20513,691 7	96,6895	3,0345	0,1212

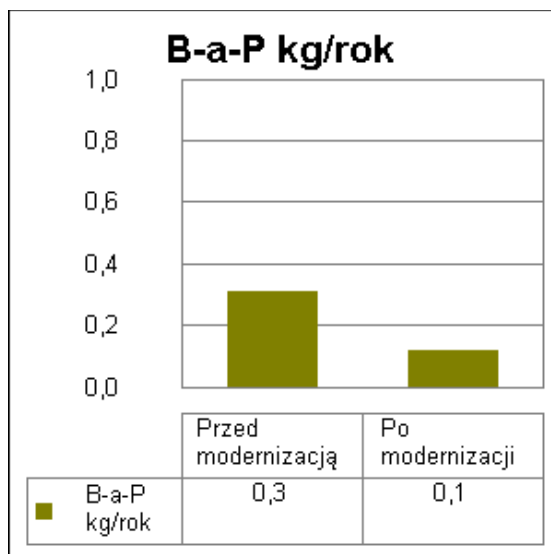
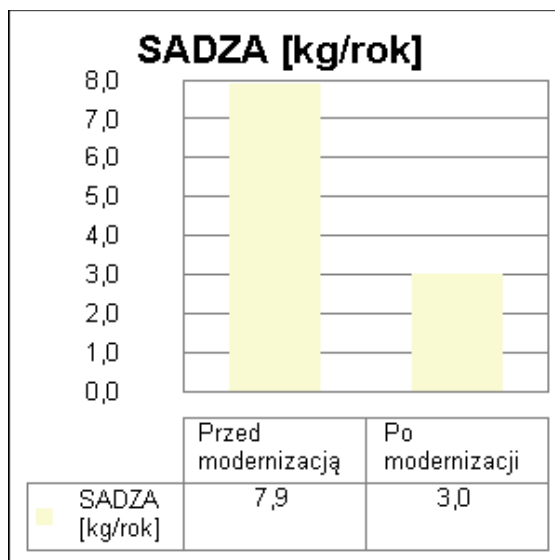
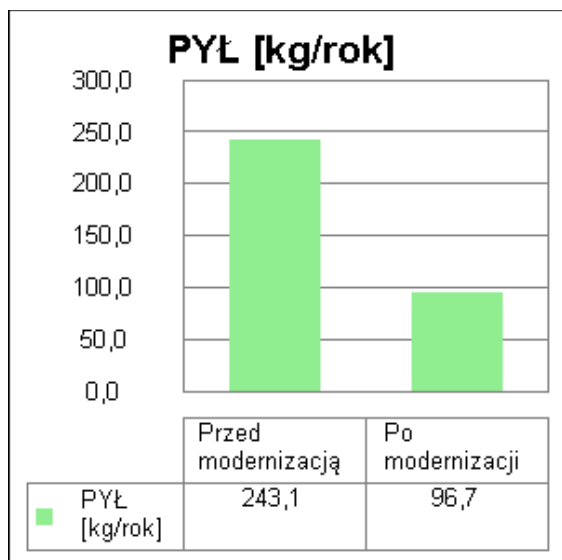
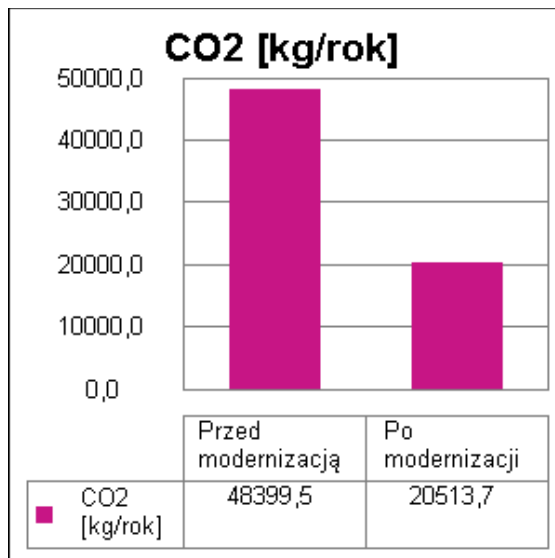
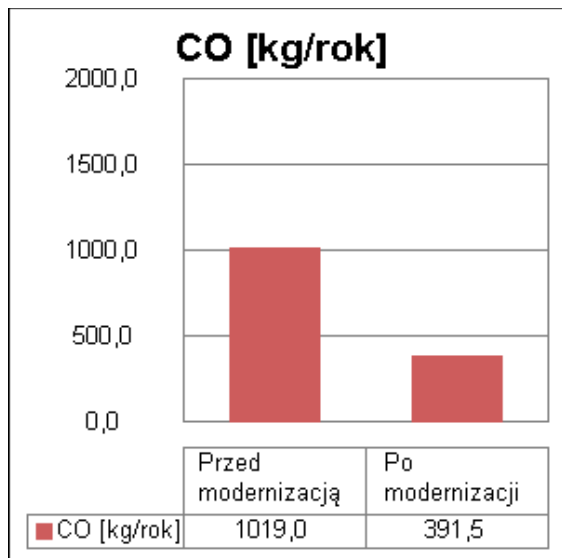
8. Bezpośredni efekt ekologiczny

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 ₂	469,833634	202,129553	267,704082	56,98
NO _x	31,745157	17,802236	13,942921	43,92
CO	1018,953626	391,522185	627,431441	61,58
CO ₂	48399,533539	20513,691703	27885,841837	57,62
PYŁ	243,090206	96,689536	146,400670	60,22
SADZA	7,914571	3,034549	4,880022	61,66
B-a-P	0,316368	0,121167	0,195201	61,70

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 ₂	1,00	469,833634	202,129553	469,833634	202,129553
NO _x	0,50	31,745157	17,802236	15,872578	8,901118
PYŁ	0,50	243,090206	96,689536	121,545103	48,344768
SADZA	2,50	7,914571	3,034549	19,786428	7,586372
B-a-P	20000,00	0,316368	0,121167	6327,354494	2423,336636
Łączna emisja równoważna				6954,392237	2690,298447

Efekt ekologiczny wyrażony emisją równoważną dla proponowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 4264,093790 kg/rok, czyli 61,3%.

9.2. Wykres emisji równoważnej

