

Audyt efektywności energetycznej



NAZWA OBIEKTU: Budynek Szkoły Podstawowej w Tuchowie

ADRES: Jana Pawła II, 6

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 33-170, Tuchów

NAZWA INWESTORA: Gmina Tuchów

ADRES: Rynek, 1

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 33-170, Tuchów

NAZWA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ: Pomorska Grupa Konsultingowa S.A.

ADRES: ul. Unii Lubelskiej, 4c

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 85-059, Bydgoszcz

PROJEKTANT

Tytuł	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data, podpis
	Łukasz Lazarowski	Centralny rejestr charakterystyk energetycznych budynków nr. 16493	13.07.2021

Tuchów, 13.07.2021

2. Karta audytu efektywności energetycznej

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	
		13-07-2021	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Termomodernizacja Szkoły Podstawowej w Tuchowie	
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		Termomodernizacja Szkoły Podstawowej w Tuchowie obejmująca montaż nowego źródła ciepła, wymianę stolarki okiennej, wymianę oświetlenia oraz montaż instalacji fotowoltaicznej.	
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane:		Gmina Tuchów Rynek 1 Tuchów 33-170 MAŁOPOLSKIE	
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia*:	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej*:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:
01-08-2021	01-10-2022	01-10-2022	30
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)			
Średnioroczna oszczędność energii końcowej:	286,34	[GJ/rok]	6,84 [toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	506,78	[GJ/rok]	12,10 [toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ ***:			19,88 [ton/rok]
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej			
Imię i nazwisko:	Łukasz Lazarowski		
Nr uprawnienia:	Centralny rejestr charakterystyk energetycznych budynków nr. 16493		
Nr telefonu:	52 345 60 81		
Podpis:			

***W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego.**

**** W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej już zrealizowanego.**

*****Na podstawie wskaźników emisji CO₂ zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. Nr 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok.**

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1.	Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2.	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3.	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm
4.	Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5.	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
6.	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
7.	Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii
8.	Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej

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.
7.	PN-EN 15193:2010 - Charakterystyka energetyczna budynków. Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia.

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 i inwentaryzacji obiektu
2.	Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMOCAD PRO

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
Kubatura budynku	10667,94	m ³
Kubatura ogrzewania	9734,25	m ³
Powierzchnia netto budynku	2781,31	m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	0,00	m ²
Współczynnik kształtu	0,28	m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	575,00	m ²
Ilość mieszkań	0,00	
Ilość mieszkańców	563,00	

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Przegroda	Wsp. U	Jednostka
Ściana zewnętrzna gr. 59	0,28	W/(m ² ·K)
Ściana zewnętrzna gr. 70	0,27	W/(m ² ·K)
Ściana zewnętrzna- dobudówka	0,23	W/(m ² ·K)
Ściana na gruncie	0,53	W/(m ² ·K)
Podłoga na gruncie 1	0,55	W/(m ² ·K)
Podłoga na gruncie 2	0,56	W/(m ² ·K)
Dach 1	0,19	W/(m ² ·K)
Strop wewnętrzny nad ostatnią kondygnacją	0,19	W/(m ² ·K)
Strop wewnętrzny nad ostatnią kondygnacją	0,55	W/(m ² ·K)
Strop wewnętrzny parter	3,04	W/(m ² ·K)
Strop wewnętrzny I piętro	3,04	W/(m ² ·K)
Strop wewnętrzny II piętro	3,04	W/(m ² ·K)
Strop wewnętrzny poddasze	3,04	W/(m ² ·K)
Okno zewnętrzne	1,50	W/(m ² ·K)
Drzwi zewnętrzne	1,60	W/(m ² ·K)
Okno zewnętrzne	1,60	W/(m ² ·K)

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.		
	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	48,69	48,69
Opłata za 1 MW mocy zamówionej [zł/MW·m-c]	890,00	890,00
Inne koszty, abonament [zł/m-c]	148,83	148,83
Ceny ciepła - c.w.u.		
	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	73,66	73,66
Opłata za 1 MW mocy zamówionej [zł/MW·m-c]	581,20	581,20
Inne koszty, abonament [zł/m-c]	148,83	148,83
Energia elektryczna		
	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 kWh zł/kWh	0,60	0,60
Inne koszty, abonament [zł/m-c]	118,00	118,00

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

De Dietrich 50%		
Wytwarzanie	Paliwo - gaz ziemny Kotły na paliwo gazowe lub ciekłe z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwustawną regulacją procesu spalania	$\eta_{H,g} = 0,860$
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	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacja ciepła	System ogrzewania bez zasobnika ciepła	$\eta_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	5 dni	$w_t = 0,850$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	12 godzin	$w_d = 0,910$
Sprawność całkowita systemu grzewczego		$\eta_{H,tot} = 0,636$
Informacje uzupełniające:	Kocioł gazowy De Dietrich GT 309, o mocy 210-250 kW wyprodukowany 2001 roku,	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	---	
De Dietrich 50%		
Wytwarzanie	Paliwo - gaz ziemny Kotły na paliwo gazowe lub ciekłe z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwustawną regulacją procesu spalania	$\eta_{H,g} = 0,860$
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	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacja ciepła	System ogrzewania bez zasobnika ciepła	$\eta_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	7 dni	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Bez przerw	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego		$\eta_{H,tot} = 0,636$
Informacje uzupełniające:	Kocioł gazowy De Dietrich GT 309, o mocy 210-250 kW wyprodukowany 2001 roku,	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	---	
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		... [MW]

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

De Dietrich 60%		
Wytwarzanie ciepła	Kotły stałotemperaturowe dwufunkcyjne (ogrzewanie i ciepłej wody użytkowej)	$\eta_{W,g} = 0,650$
Przesył ciepłej wody	Centr. podgrz. wody — sys. z obiegami cyrkulacyjnymi z pionami instalacyjnymi nieizolowanymi i izolowanymi przew. rozprowadzającymi	$\eta_{W,d} = 0,600$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik ciepłej wody użytkowej wyprodukowany w latach 2001-2005	$\eta_{W,s} = 0,800$
Sprawność całkowita systemu c.w.u.		$\eta_{W,tot} = 0,312$

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Pojemnościowy elektryczny podgrzewacz 40%		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	$\eta_{W,g} = 0,960$
Przesył ciepłej wody	Miejscowe podgrzewanie wody - systemy bez obiegów cyrkulacyjnych	$\eta_{W,d} = 1,000$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik ciepłej wody użytkowej wyprodukowany w latach 1995-2000	$\eta_{W,s} = 0,650$
Sprawność całkowita systemu c.w.u.		$\eta_{W,tot} = 0,624$
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	8654,73
Krotność wymian powietrza	0,89

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

4.8. Charakterystyka techniczna instalacji oświetlenia**· Obecne oświetlenie**

Metoda obliczeń:	Na podstawie mocy opraw
Dane oświetlenia (moce, zestawienie źródeł światła)	24650,00[W]
Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia	2781,31[m ²]
Średnia moc jednostkowa oświetlenia dla budynku	8,86[W/m ²]

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

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Ściana zewnętrzna gr. 59	Ściana w dobrym stanie technicznym, ocieplona styropianem o grubości 10 cm, nie spełnia najnowszych wymagań Warunków Technicznych na 2021 r. Ze względu na niski efekt energetyczny w stosunku do poniesionych kosztów nie przewiduje się docieplenia.
Ściana zewnętrzna gr. 70	Ściana w dobrym stanie technicznym, ocieplona styropianem o grubości 10 cm, nie spełnia najnowszych wymagań Warunków Technicznych na 2021 r. Ze względu na niski efekt energetyczny w stosunku do poniesionych kosztów nie przewiduje się docieplenia.
Ściana zewnętrzna- dobudówka	Ściana w dobrym stanie technicznym, ocieplona styropianem o grubości 10 cm, nie spełnia najnowszych wymagań Warunków Technicznych na 2021 r. Ze względu na niski efekt energetyczny w stosunku do poniesionych kosztów nie przewiduje się docieplenia.
Ściana na gruncie	Ściana na gruncie w dobrym stanie technicznym
Podłoga na gruncie 1	Podłogi w dobrym stanie technicznym, docieplone podczas rozbudowy i przebudowy budynku w 2005 roku. Nie spełniają najnowszych wymagań Warunków Technicznych na 2021 r. Nie przewiduje się modernizacji.
Podłoga na gruncie 2	Podłogi w dobrym stanie technicznym, docieplone podczas rozbudowy i przebudowy budynku w 2005 roku. Nie spełniają najnowszych wymagań Warunków Technicznych na 2021 r. Nie przewiduje się modernizacji.
Dach 1	Przegroda w dobrym stanie technicznym, ocieplona wełną mineralną, nie spełnia najnowszych wymagań Warunków Technicznych na 2021 r. Ze względu na niski efekt energetyczny w stosunku do poniesionych kosztów nie przewiduje się docieplenia.
Strop wewnętrzny nad ostatnią kondygnacją	Strop nad nieogrzewanym strychem, docieplony wełną mineralną 18 cm, nie spełnia najnowszych wymagań Warunków Technicznych na 2021 r. Ze względu na niski efekt energetyczny w stosunku do poniesionych kosztów nie przewiduje się docieplenia.
Strop wewnętrzny nad ostatnią kondygnacją	Strop nad nieogrzewanym strychem, docieplony styropianem, nie spełnia najnowszych wymagań Warunków Technicznych na 2021 r. Ze względu na niski efekt energetyczny w stosunku do poniesionych kosztów nie przewiduje się docieplenia.
Strop wewnętrzny parter	Strop wewnętrzny w dobrym stanie technicznym, nie przewiduje się modernizacji.
Strop wewnętrzny I piętro	Strop wewnętrzny w dobrym stanie technicznym, nie przewiduje się modernizacji.
Strop wewnętrzny II piętro	Strop wewnętrzny w dobrym stanie technicznym, nie przewiduje się modernizacji.
Strop wewnętrzny poddasze	Strop wewnętrzny w dobrym stanie technicznym, nie przewiduje się modernizacji.
Okno zewnętrzne OZ 1	Okna w dostatecznym stanie technicznym, nie spełniają wymagań rozporządzenia dot. Warunków Technicznych.
Drzwi zewnętrzne DZ 1	Drzwi w dostatecznym stanie technicznym, nie spełniają wymagań rozporządzenia dot. Warunków Technicznych.
Okno zewnętrzne OZ 2	Okna w dostatecznym stanie technicznym, nie spełniają wymagań rozporządzenia dot. Warunków Technicznych.
Urządzenia i sprzęt AGD	...
Oświetlenie wbudowane Obecne oświetlenie	Budynek wyposażony jest w wbudowany system oświetlenia użytkowego, oparty na świetlówkach prostych. Przystarzałe oprawy starszej generacji należy zastąpić nowymi źródłami światła opartymi na technologii LED.
System grzewczy	Kotłownia w stanie dostatecznym wyposażona w dwa wyeksploatowane kotły gazowe o zbyt dużej mocy De Dietrich GT309. Kotłownia eksploatowana jest od ponad 20 lat. Instalacja grzewcza ma charakter zamknięty, z przeponowym naczyniem zbiorczym zlokalizowanym w kotłowni. Kotły posiadają moc nominalną 210 - 250 kW i zostały wyprodukowane w 2001 roku. Kotłownia odpowiedzialna jest za ogrzewanie budynku Szkoły Podstawowej, a także częściowe wspomaganie systemu ogrzewania budynku MOSiRu w Tuchowie. Poza ogrzewaniem odpowiadają one za częściowe przygotowanie ciepłej wody użytkowej na potrzeby Szkoły. Na potrzeby instalacji c.w.u.

	instalacja została wyposażona w zbiornik buforowy o pojemności 500 l. wyprodukowany w 2001 roku.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda uzyskiwana jest za pomocą kotłów gazowych dwufunkcyjnych usytuowanych w kotłowni oraz zasobnika ciepłej wody o pojemności 500 litrów zainstalowany w roku 2001 roku. Stan techniczny instalacji ciepłej wody jest dostateczny. Należy wymienić zasobniki na nowy o lepszych parametrach cieplnych.



Rysunek 1. Kocioł gazowy wykorzystywany w budynku



Rysunek 2. Kocioł gazowy wykorzystywany w budynku



Rysunek 3. System centralnego ogrzewania



Rysunek 4. Zbiornik na ciepłą wodę użytkową



Rysunek 5. Obecne oświetlenie w rozpatrywanym budynku



Rysunek 6. Obecne oświetlenie w rozpatrywanym budynku



Rysunek 7. System dystrybucji w rozpatrywanym budynku



Rysunek 8. System dystrybucji w rozpatrywanym budynku

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

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

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji
Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 152,58 m ³ /h
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 6,82 m ²
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 6,82 m ²
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 6,82 m ²
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00
Stan istniejący: Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)
Stopniodni: 3696,40 dzień·K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	48,69	48,69
Opłata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	890,00	890,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	297,66	148,83
Współczynnik c _m		1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,00	0,85
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,600	1,000
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	3,48	2,18
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0025	0,0023
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1851,34
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1000,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	8388,60
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	4,53

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 8388,60 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 4,53 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,00

Informacje uzupełniające:

Modernizacja drzwi zewnętrznych pozwoli na zmniejszenie strat energetycznych w budynku.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji

Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **2178,61** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **96,23**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **96,23**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **96,23**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia $c_r = 1,2$, $c_w = 1,00$

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

Stopniodni: **3696,40** dzień·K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	48,69	48,69
Opłata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	890,00	890,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	297,66	148,83
Współczynnik c_m		1,00	1,00
Współczynnik c_r		1,00	0,85
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,600	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	49,17	27,66
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0358	0,0331
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	2862,18
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1000,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	118359,95
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	41,35

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 118359,95 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 41,35 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Zastosowanie wysokoenergetycznych okien pozwoli uzyskać znaczny efekt energetyczny, w postaci zaoszczędzonej energii cieplnej.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **6323,54** m³/hPowierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **313,95**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **313,95**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **313,95**m²Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia $c_r = 1,2$, $c_w = 1,00$ Stan istniejący: Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)Stopniodni: **3696,40** dzień·K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	48,69	48,69
Opłata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	890,00	890,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	297,66	148,83
Współczynnik c_m		1,10	1,00
Współczynnik c_r		1,00	0,85
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,500	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	150,40	90,24
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,1134	0,0973
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	4887,43
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	800,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	308924,83
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	63,21

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

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 308924,83 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 63,21 lat

Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)**Modernizacja systemu wentylacji****U= 0,90**

Informacje uzupełniające:

Zastosowanie wysokoenergetycznych okien pozwoli uzyskać znaczny efekt energetyczny, w postaci zaoszczędzonej energii cieplnej.

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 ciepłej wody użytkowej

		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}	[-]	0,55	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_{f}	[m ²]	2781,31	2781,31
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WJ}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,80	0,80
Czas użytkowania τ	[h]	24,00	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	1,50	1,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	[-]	0,75	0,91
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	[-]	0,71	0,71
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	[-]	0,73	0,83
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{CW}	[GJ/rok]	215,69	156,19
Max moc cieplna q_{CWU}	[kW]	0,01	0,01

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej

		Stan istniejący	Wariant 1
Oplata za 1 GJ	[zł/GJ]	73,66	73,66
Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	[zł/MW]	581,20	581,20
Inne koszty, abonament	[zł]	148,83	148,83
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	4382,60
Koszt modernizacji N_u	[zł]	---	9840,00
SPBT	[lat]	---	2,25

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Zakup nowego zbiornika buforowego przeznaczonego do c.w.u wraz z montażem	9840,00
---	---
Suma:	9840,00

6.3.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu ciepłej wody użytkowej

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Wymiana źródła ciepła na kondensacyjny dwufunkcyjny kocioł gazowy o wyższej sprawności
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	bez zmian
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Zakup nowego zasobnika c.w.u.

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	bez zmian
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	bez zmian
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	bez zmian

6.4. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego**6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej**

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	48,69	48,69
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	890,00	890,00
Inne koszty, abonament	[zł]	148,83	148,83
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową	[GJ]	543,03	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,1796	
Sprawność systemu grzewczego		0,636	0,812
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	12515,42
Koszt modernizacji	[zł]	---	140498,00
SPBT	[lat]	---	11,23

Informacje uzupełniające:

W budynku planuje się wymianę starych wyeksploatowanych i przewymiarowanych kotłów gazowych na nowy dwufunkcyjny kondensacyjny kocioł gazowy. Dodatkowo planowane jest wprowadzenie regulacji miejscowej w wewnętrznej sieci ciepłowniczej poprzez zastosowanie przy grzejnikowych zaworów termostatycznych i odcinających.

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,950
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu ogrzewczego, 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	0,880
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	0,812

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Zakup gazowego kotła kondensacyjnego o mocy do 250 kW wraz z demontażem oraz dostosowaniem kotłowni do wymagań nowego źródła ciepła	125000,00
Zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych i odcinających (materiał + montaż)	15498,00
Suma:	140498,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Wymiana źródła ciepła na kondensacyjny dwufunkcyjny kocioł gazowy o wyższej sprawności
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	bez zmian
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Wykonanie miejscowej regulacji poprzez montaż zaworów termostatycznych o działaniu proporcjonalnym
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	bez zmian- brak zasobnika
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Zastosowanie nowego kotła z modulacją palnika oraz zaworów termostatycznych pozwoli na dostosowanie pracy systemu ogrzewania do aktualnych potrzeb budynku

6.5. Ocena opłacalności modernizacji instalacji oświetlenia wbudowanego

6.5.1. Obecne oświetlenie

Dane do oceny - stan istniejący:			
	Jednostka	Stan istniejący	System oświetlenia po modernizacji
Suma mocy opraw oświetleniowych P_n	[W]	24650,00	12744,00
Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia A_L	[m ²]	2781,31	2781,31
Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku	[W/m ²]	8,86	4,58
Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu dnia t_D	[h]	1800,00	1800,00
Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu nocy t_N	[h]	200,00	200,00

Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego F_c	-	1,00	1,00
Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy F_o	-	0,90	0,90
Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_D	-	1,00	1,00
Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI	[kWh/(m ² -rok)]	15,95	8,25
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia Q_{kL}	[kWh/rok]	44370,00	22939,20
Roczne oszczędności energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia ΔQ_{kL}	[GJ/rok]	77,15	
Indywidualne koszty energii O_z	[zł/kWh]	0,60	0,60
Indywidualne koszty energii A_b	[zł/m-c]	118,00	118,00
Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia ΔO_k	[zł/rok]	12858,48	
Koszt modernizacji oświetlenia N_u	[zł]	25955,00	
Prosty czas zwrotu SPBT	[lat]	2,02	
Dodatkowe informacje:			
Budynek wyposażony jest w wbudowany system oświetlenia użytkowego, oparty na świetlówkach prostych. Przystarzałe oprawy starszej generacji należy zastąpić nowymi źródłami światła opartymi na technologii LED.			

7. Dokumentacja wyboru 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 dotyczących modernizacji systemu ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej, oświetlenia i urządzeń

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1	Modernizacja oświetlenia: Obecne oświetlenie	25955,00	2,02
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	9840,00	2,25
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	8388,60	4,53
4	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	118359,95	41,35
5	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	308924,83	63,21
6	Modernizacja systemu grzewczego	140498,00	11,23

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja oświetlenia: Obecne oświetlenie	25955,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	9840,00
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	8388,60
4	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	118359,95
5	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	308924,83
6	Modernizacja systemu grzewczego	140498,00
7	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	3198,00
8	Montaż paneli fotowoltaicznych produkujących energię elektryczną na potrzeby budynku	250000,00
Całkowity koszt		865164,38

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja oświetlenia: Obecne oświetlenie	25955,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	9840,00
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	8388,60
4	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	118359,95
5	Modernizacja systemu grzewczego	140498,00
6	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	3198,00
7	Montaż paneli fotowoltaicznych produkujących energię elektryczną na potrzeby budynku	250000,00
Całkowity koszt		556239,55

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja oświetlenia: Obecne oświetlenie	25955,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	9840,00
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	8388,60
4	Modernizacja systemu grzewczego	140498,00
5	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	3198,00
6	Montaż paneli fotowoltaicznych produkujących energię elektryczną na potrzeby budynku	250000,00
Całkowity koszt		437879,60

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja oświetlenia: Obecne oświetlenie	25955,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	9840,00
3	Modernizacja systemu grzewczego	140498,00
4	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	3198,00
5	Montaż paneli fotowoltaicznych produkujących energię elektryczną na potrzeby budynku	250000,00
Całkowity koszt		429491,00

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja oświetlenia: Obecne oświetlenie	25955,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	140498,00
3	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	3198,00
4	Montaż paneli fotowoltaicznych produkujących energię elektryczną na potrzeby budynku	250000,00
Całkowity koszt		419651,00

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	140498,00
2	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	3198,00
3	Montaż paneli fotowoltaicznych produkujących energię elektryczną na potrzeby budynku	250000,00
Całkowity koszt		393696,00

7.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Średnioroczna oszczędność energii końcowej [GJ/rok]	Tony oleju ekwiwalentnego [toe/rok]	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej [GJ/rok]	Tony oleju ekwiwalentnego [toe/rok]	Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ [ton/rok]	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]
1	286,34	6,84	506,78	12,10	19,88	865164,38	24812,88
2	226,18	5,40	440,60	10,52	16,50	556239,55	23017,30
3	204,67	4,89	416,94	9,96	15,29	437879,60	22318,61
4	203,36	4,86	415,50	9,92	15,22	429491,00	22275,27
5	143,86	3,44	304,83	7,28	10,98	419651,00	17892,67
6	66,71	1,59	73,38	1,75	3,74	393696,00	5034,19

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1

7.4. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowany koszt całkowity	865164,38	[zł]
Roczne oszczędności kosztów energii	24812,88	[zł/rok]
Średnioroczna oszczędność energii końcowej	286,34	[GJ/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	506,78	[GJ/rok]
Redukcja emisji CO ₂	19,88	[ton/rok]

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

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,000 W/(m²·K)

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

Uwagi:

Modernizacja drzwi zewnętrznych pozwoli na zmniejszenie strat energetycznych w budynku.

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 0,900 W/(m²·K)

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

Uwagi:

Zastosowanie wysokoenergetycznych okien pozwoli uzyskać znaczny efekt energetyczny, w postaci zaoszczędzonej energii cieplej.

O3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 0,900 W/(m²·K)

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

Uwagi:

Zastosowanie wysokoenergetycznych okien pozwoli uzyskać znaczny efekt energetyczny, w postaci zaoszczędzonej energii cieplej.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Zakup nowego zbiornika buforowego przeznaczonego do c.w.u wraz z montażem

Uwagi:

...

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Zakup gazowego kotła kondensacyjnego o mocy do 250 kW wraz z demontażem oraz dostosowaniem kotłowni do wymagań nowego źródła ciepła
2. Zastosowanie przy grzejnikowych zaworów termostatycznych i odcinających (materiał + montaż)

Uwagi:

W budynku planuje się wymianę starych wyeksploatowanych i przewymiarowanych kotłów gazowych na nowy dwufunkcyjny kondensacyjny kocioł gazowy. Dodatkowo planowane jest wprowadzenie regulacji miejscowej w wewnętrznej sieci ciepłowniczej poprzez zastosowanie przy grzejnikowych zaworów termostatycznych i odcinających.

Modernizacja oświetlenia: Obecne oświetlenie

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Budynek wyposażony jest w wbudowany system oświetlenia użytkowego, oparty na świetłówkach prostych. Przeszarzałe oprawy starszej generacji należy zastąpić nowymi źródłami światła opartymi na technologii LED.

Uwagi:

...