

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU ZESPOŁU SZKÓŁ W ŁUKAWCU

Inwestor:

Gmina Trzebownisko, Trzebownisko 976, 36-001 Trzebownisko

Powiat: rzeszowski

Nazwa Inwestycji:

"Termomodernizacja budynku Zespołu Szkół w Łukawcu"

Zespół Szkół w Łukawcu, Łukawiec 423, 36-004 Łukawiec.



Audyt efektywności energetycznej



NAZWA OBIEKTU: Zespołu Szkół w Łukawcu

ADRES: Łukawiec, 423

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 36-004 , Łukawiec

NAZWA INWESTORA: Urząd Gminy Trzebowniko

ADRES: Trzebowniko, 976

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 36-001, Trzebowniko

NAZWA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ:

ADRES: ,

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: ,

Łukawiec, 08.08.2024

2. Karta audytu efektywności energetycznej

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	
		08-08-2024	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:	Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół w Łukawcu		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła; Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej; Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'; Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 55 zewnętrzna; Modernizacja przegrody D5 'Wentylacja grawitacyjna'; Modernizacja przegrody D3 'Wentylacja grawitacyjna'; Modernizacja przegrody D4 'Wentylacja grawitacyjna'; Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'; Modernizacja przegrody Strop nad przejazdem; Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny; Modernizacja systemu grzewczego; Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna;		
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/zostało zrealizowane* przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):	Urząd Gminy Trzebownik Trzebownik 976 Trzebownik 36-001 PODKARPACKIE		
Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:**	Data zakończenia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:***	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:	
08-08-2024	-	0	
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia: **	583536,11 kWh/rok	50,17	toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia: **	545731,34 kWh/rok	46,92	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej: ***	- kWh/rok	-	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej: ***	- kWh/rok	-	toe/rok
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej			
Imię i nazwisko:			
Nr telefonu:			
Podpis:			

* Niepotrzebne skreślić.

** W przypadku planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

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

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 Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania 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 Audyt

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
Kubatura budynku	11077,73	m ³
Kubatura ogrzewania	9704,74	m ³
Powierzchnia netto budynku	2473,41	m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	0,00	m ²
Współczynnik kształtu	0,47	m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	1982,07	m ²
Ilość mieszkań	0,00	
Ilość mieszkańców	300,00	

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	1,13	W/(m ² ·K)
ŚCIANA WEW 45 wewnętrzna	1,18	W/(m ² ·K)
ŚCIANA ZEW 55 zewnętrzna	1,13	W/(m ² ·K)
Strop wewnętrzny	1,30	W/(m ² ·K)
Drzwi zewnętrzne dwuskrzydłowe (190cm x 200cm) zewnętrzne	2,10	W/(m ² ·K)
Drzwi zewnętrzne dwuskrzydłowe (180cm x 200cm) zewnętrzne	2,10	W/(m ² ·K)
Drzwi zewnętrzne jednoskrzydłowe (90cm x 200cm) zewnętrzne	2,10	W/(m ² ·K)
Okno zewnętrzne	1,70	W/(m ² ·K)
Strop zewnętrzny	0,21	W/(m ² ·K)
Dach	7,13	W/(m ² ·K)
Strop nad przejazdem	0,21	W/(m ² ·K)
Podłoga	0,17	W/(m ² ·K)
Drzwi zewnętrzne dwuskrzydłowe (160cm x 200cm) zewnętrzne	2,10	W/(m ² ·K)
ŚCIANA ZEW 55 wewnętrzna	1,03	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]	67,15	67,15
Opłata za 1 MW mocy zamówionej [zł/MW·m-c]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament [zł/m-c]	0,00	0,00
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	67,15	0,00

Oплата za 1 MW mocy zamówionej [zł/MW·m-c]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament [zł/m-c]	0,00	0,00
Energia elektryczna	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Oплата za 1 kWh zł/kWh	1,05	1,05
Inne koszty, abonament [zł/m-c]	0,00	0,00

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Źródło ogrzewania 100%		
Wytwarzanie	Paliwo - gaz ziemny Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej powyżej 120 do 1200 kW	$\eta_{H,g} = 0,940$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,960$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
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		$\eta_{H,tot} = 0,695$
Informacje uzupełniające:	...	
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)	... [MW]	

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Źródło ciepłej wody użytkowej 100%		
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 przed 1995 r.	$\eta_{W,s} = 0,600$
Sprawność całkowita systemu c.w.u.		$\eta_{W,tot} = 0,234$
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	18348,79
Krotność wymian powietrza	1,89

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

Źródło światła	Nowe źródło światła
Metoda obliczeń	Na podstawie natężenia i skuteczności oświetlenia
Dane oświetlenia (moce, zestawienie źródeł światła)	32908,15[W]
Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia	2653,06[m ²]
Średnia moc jednostkowa oświetlenia dla budynku	12,40[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 WEW 45	Brak zaleceń
ŚCIANA ZEW 55	Konstrukcja obecna Materiał pustak ceramiczny Grubość 55 cm Izolacja brak Charakterystyka obecnego stanu Izolacyjność termiczna Niedostateczna ze względu na brak warstwy izolacyjnej Szacunkowy współczynnik przenikania ciepła U około 1,2-1,5 W/(m ² ·K) znacznie powyżej obecnych norm Problemy Znaczne straty ciepła przez ściany zewnętrzne Możliwość występowania mostków termicznych szczególnie na połączeniach ścian z innymi elementami konstrukcyjnymi Ryzyko kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody Niedostateczny komfort cieplny w pomieszczeniach przylegających do ścian zewnętrznych Wpływ na efektywność energetyczną Wysokie zapotrzebowanie na energię do ogrzewania budynku Trudności w utrzymaniu stabilnej temperatury wewnętrznej Zwiększone koszty ogrzewania Stan techniczny Brak informacji o widocznych uszkodzeniach lub degradacji ścian Potencjalne ryzyko przemarzania ścian w okresie zimowym Propozycja docieplenia Materiał izolacyjny Styropian EPS 80-036 Fasada Grubość 15 cm Metoda aplikacji System ETICS dawniej BSO Bezspoinowy System Ociepleń Przewidywane efekty Znacząca poprawa izolacyjności termicznej ścian Szacunkowy nowy współczynnik przenikania ciepła U około 0,18-0,20 W/(m ² ·K) Redukcja strat ciepła przez ściany o około 80-85% Eliminacja mostków termicznych Poprawa komfortu cieplnego w pomieszczeniach Dodatkowe zalecenia Staranne przygotowanie powierzchni ścian przed nałożeniem izolacji Zastosowanie odpowiednich kotew i łączników Wykonanie nowych obróbek blacharskich Zastosowanie siatki zbrojącej i warstwy wykończeniowej odpornej na warunki atmosferyczne Korzyści Znaczące zmniejszenie zużycia energii na ogrzewanie Poprawa mikroklimatu wewnątrz budynku Zwiększenie trwałości ścian zewnętrznych Potencjalne zmniejszenie emisji CO ₂ związanej z ogrzewaniem budynku
Strop wewnętrzny	Brak zaleceń
Strop zewnętrzny	Stan obecny stropów zewnętrznych pod nieogrzewanymi pomieszczeniami Charakterystyka ogólna Stropy zewnętrzne znajdują się pod nieogrzewanymi pomieszczeniami prawdopodobnie poddasze nieużytkowe lub stropodach Obecna izolacja słaba lub niewystarczająca Problemy Znaczne straty ciepła przez stropy Nieefektywność energetyczna budynku Potencjalnie zwiększone koszty ogrzewania Możliwe problemy z komfortem cieplnym w pomieszczeniach znajdujących się bezpośrednio pod stropami Wpływ na efektywność energetyczną Słaba izolacja stropów przyczynia się do zwiększonego zapotrzebowania na energię do ogrzewania Może powodować nierównomierny rozkład temperatury w budynku Propozycja modernizacji Docieplenie stropów Materiał izolacyjny wełna mineralna Zalecana grubość izolacji do ustalenia na podstawie obliczeń typowo 10-20 cm Metoda aplikacji układanie na stropie od strony nieogrzewanej przestrzeni Szczegóły techniczne Rodzaj wełny zalecana wełna o niskim współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,040$ W/(m·K) Gęstość wełny dostosowana do obciążeń typowo 30-60 kg/m ³ Zabezpieczenie przeciwwilgociowe zastosowanie folii paroizolacyjnej od strony ogrzewanej Wykończenie możliwość zastosowania płyt OSB lub podłogi technicznej dla ułatwienia dostępu Dodatkowe zalecenia Sprawdzenie i ewentualna naprawa istniejącej konstrukcji stropu przed dociepleniem Zapewnienie odpowiedniej wentylacji przestrzeni nad izolacją Uszczelnienie wszystkich przejść instalacyjnych przez strop Oczekiwane korzyści Energetyczne Znaczne zmniejszenie strat ciepła przez stropy szacunkowo o 70-80% Poprawa ogólnej efektywności energetycznej budynku Redukcja kosztów ogrzewania Komfort użytkownika Poprawa komfortu cieplnego w pomieszczeniach pod docieplonymi stropami Wyrównanie temperatury w całym budynku Inne Potencjalne zwiększenie wartości budynku Wydłużenie żywotności konstrukcji stropu dzięki lepszej ochronie przed zmianami temperatury
Strop nad przejazdem	Stan obecny stropu nad przejazdem Charakterystyka ogólna Strop oddziela ogrzewane pomieszczenia od nieogrzewanej przestrzeni przejazdu Obecna izolacja brak informacji o istniejącej izolacji zakładamy że jest niewystarczająca Problemy Znaczne straty ciepła przez strop nad przejazdem Nieefektywność energetyczna tej części budynku Potencjalnie zwiększone koszty ogrzewania pomieszczeń nad przejazdem Możliwe problemy z komfortem cieplnym w pomieszczeniach znajdujących się bezpośrednio nad przejazdem Wpływ na efektywność energetyczną Niedostateczna izolacja stropu nad przejazdem przyczynia się do zwiększonego zapotrzebowania na energię do ogrzewania Może powodować dyskomfort użytkowników i nierównomierny

	rozkład temperatury w budynku Propozycja modernizacji Docieplenie stropu nad przejazdem Materiał izolacyjny styropian Dodatkowa warstwa izolacji 17 cm Metoda aplikacji montaż od strony przejazdu od spodu stropu Szczegóły techniczne Rodzaj styropianu EPS 100 lub 150 $\lambda \leq 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ zwiększona wytrzymałość ze względu na montaż podsufitowy Grubość dodatkowej izolacji 17cm Mocowanie klej + kołki mocujące ilość i rozmieszczenie zgodnie z projektem Wykończenie siatka zbrojąca klej grunt tynk cienkowarstwowy lub płyty g-k na ruszcie Dodatkowe zalecenia Staranne przygotowanie powierzchni przed nałożeniem nowej warstwy izolacji Zastosowanie paroizolacji od strony ogrzewanej jeśli nie ma istniejącej Szczególna uwaga na połączenia ze ścianami i innymi elementami konstrukcyjnymi Zabezpieczenie instalacji przechodzących przez strop Oczekiwane korzyści Energetyczne Znaczne zmniejszenie strat ciepła przez strop nad przejazdem szacunkowo o 75-85% Poprawa ogólnej efektywności energetycznej budynku Redukcja kosztów ogrzewania pomieszczeń nad przejazdem Komfort użytkowania Poprawa komfortu cieplnego w pomieszczeniach nad przejazdem Eliminacja efektu zimnej podłogi w pomieszczeniach nad przejazdem Zmniejszenie ryzyka kondensacji pary wodnej i rozwoju grzybów Inne Potencjalne zwiększenie wartości użytkowej pomieszczeń nad przejazdem Ochrona konstrukcji stropu przed dużymi wahaniami temperatury
Podłoga	Brak zaleceń
ŚCIANA 55 wewnętrzna	Brak zaleceń
Okno zewnętrzne OZ 1	Stan obecny okien Ogólna charakterystyka Okna w złym stanie technicznym Prawdopodobnie stare nieefektywne energetycznie Problemy Znaczne straty ciepła przez okna Możliwe nieszczelności i infiltracja powietrza Potencjalne problemy z izolacyjnością akustyczną Obniżony komfort użytkowania pomieszczeń
Drzwi zewnętrzne D5	Stan obecny drzwi zewnętrznych Ogólna charakterystyka Drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym Prawdopodobnie stare nieefektywne energetycznie Problemy Znaczne straty ciepła przez drzwi zewnętrzne Możliwe nieszczelności i infiltracja powietrza Obniżona izolacyjność akustyczna Potencjalne problemy z bezpieczeństwem
Drzwi zewnętrzne D4	Stan obecny drzwi zewnętrznych Ogólna charakterystyka Drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym Prawdopodobnie stare nieefektywne energetycznie Problemy Znaczne straty ciepła przez drzwi zewnętrzne Możliwe nieszczelności i infiltracja powietrza Obniżona izolacyjność akustyczna Potencjalne problemy z bezpieczeństwem
Drzwi zewnętrzne D3	Stan obecny drzwi zewnętrznych Ogólna charakterystyka Drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym Prawdopodobnie stare nieefektywne energetycznie Problemy Znaczne straty ciepła przez drzwi zewnętrzne Możliwe nieszczelności i infiltracja powietrza Obniżona izolacyjność akustyczna Potencjalne problemy z bezpieczeństwem
Drzwi zewnętrzne D2	Stan obecny drzwi zewnętrznych Ogólna charakterystyka Drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym Prawdopodobnie stare nieefektywne energetycznie Problemy Znaczne straty ciepła przez drzwi zewnętrzne Możliwe nieszczelności i infiltracja powietrza Obniżona izolacyjność akustyczna Potencjalne problemy z bezpieczeństwem
Urządzenia i sprzęt	...
Oświetlenie wbudowane Nowe źródło światła	Wymagany zakres prac modernizacyjnych: Stan obecny: 169 szt. podwójnych opraw świetlówkowych 35W* 241 szt. pojedynczych opraw świetlówkowych 35W 27 szt. opraw LED 16W 12 szt. lamp żarowych 300W Opis stanu technicznego: System oświetlenia w tym budynku szkoły jest mieszany, zawierający zarówno przestarzałe, jak i nowoczesne elementy: Większość oświetlenia oparta na technologii świetlówkowej (niska efektywność) Częściowa modernizacja już przeprowadzona (27 opraw LED) Obecność lamp żarowych o bardzo niskiej efektywności energetycznej Problemy typowe dla świetlówek: zawartość rtęci, możliwe migotanie, krótka żywotność Bardzo krótka żywotność lamp żarowych (około 1000 godzin) Propozycja modernizacji: Wymiana pozostałych opraw na LED: 169 podwójne oprawy świetlówkowe: zamiana na LED o mocy około 2x18W 41 pojedyncze oprawy świetlówkowe: zamiana na LED o mocy około 18W 12 lamp żarowych: zamiana na LED o mocy około 30-40W 27 istniejących opraw LED: pozostawić bez zmian Instalacja inteligentnego systemu sterowania oświetleniem: Czujniki ruchu i obecności Czujniki natężenia światła dziennego Centralne sterowanie z możliwością programowania Grupowanie opraw i analiza rozmieszczenia Utylizacja starych świetlówek i żarówek Szkolenie personelu

System grzewczy	<p>Źródło ciepła Dwa kotły gazowe każdy o mocy 150 kW łączna moc 300kW Wiek kotłów ponad 25 lat Charakterystyka niska sprawność spalania wysoka awaryjność System dystrybucji ciepła Obecne przewody przesyłowe brak izolacji lub izolacja w złym stanie Grzejniki żeberkowe przestarzałe Ocena efektywności energetycznej Obecny system charakteryzuje się niską efektywnością energetyczną ze względu na przestarzałe kotły i nieefektywny system dystrybucji ciepła Straty ciepła są znaczące zarówno na etapie wytwarzania niska sprawność kotłów jak i dystrybucji nieizolowane przewody Propozycja modernizacji Nowe źródło ciepła kondensacyjny kocioł gazowy Proponowana moc 300 kW dobrana na podstawie obecnego zapotrzebowania z uwzględnieniem poprawy efektywności Charakterystyka Wysoka efektywność energetyczna Niższe emisje CO₂ w porównaniu do konwencjonalnych kotłów gazowych Możliwość pracy w niskich temperaturach zewnętrznych Modernizacja systemu dystrybucji ciepła Wymiana przewodów przesyłowych na nowe odpowiednio zaizolowane Zastąpienie grzejników żeberkowych nowymi grzejnikami płytowymi Instalacja zaworów termostatycznych przy grzejnikach System sterowania Instalacja zaawansowanego systemu zarządzania energią BMS Sterowanie pogodowe dla optymalizacji pracy kotła</p>
Instalacja ciepłej wody użytkowej	<p>Stan obecny systemu CWU Źródło ciepła Kocioł gazowy wykorzystywany również do ogrzewania budynku Akumulacja ciepłej wody Bufor o pojemności 450 l Wiek buforów ponad 25 lat Stan techniczny niezadowalający Słaba izolacyjność Niski współczynnik sprawności akumulacji Instalacja CWU Stan wymagający wymiany i dodatkowej izolacji Propozycja modernizacji systemu CWU Nowe źródło ciepła Pompa ciepła powietrze-woda o mocy 15 kW Zasilanie instalacja fotowoltaiczna z magazynem energii Nowa akumulacja ciepłej wody Dwa nowe bufor o łącznej pojemności 600 l Spodziewane korzyści Poprawa izolacyjności Zwiększenie współczynnika sprawności akumulacji Optymalizacja pojemności względem potrzeb budynku Modernizacja instalacji CWU Wymiana istniejącej instalacji Wykonanie nowej odpowiedniej izolacji Uzasadnienie modernizacji Proponowana modernizacja systemu CWU ma na celu znaczącą poprawę efektywności energetycznej poprzez Zastąpienie przestarzałego i nieefektywnego systemu nowoczesnymi energooszczędnymi rozwiązaniami Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii pompa ciepła + fotowoltaika Redukcję strat ciepła dzięki nowym lepiej izolowanym buforom i zmodernizowanej instalacji Optymalizację pojemności buforów do aktualnych potrzeb budynku Potencjalne obniżenie kosztów eksploatacji dzięki wykorzystaniu energii elektrycznej z własnej instalacji fotowoltaicznej Modernizacja ta powinna przyczynić się do znacznego zwiększenia efektywności energetycznej budynku szkoły oraz redukcji kosztów związanych z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej</p>

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEWNĘTRZNA		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)]; Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s	1538,04 m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k	1538,04 m ²	
Stopniodni: 3574,81 dzień·K/rok	$t_{w0} = 18,78$ °C	$t_{z0} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			Wariant 1	Wariant 1.1
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15	67,15
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	---	15	20
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,131	0,198	0,155
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,88	5,05	6,44
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,17	5,56
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	537,21	94,05	73,77
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0674	0,0118	0,0093
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	29758,05	31120,12
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	300,00	350,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	567538,60	662128,37
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	19,07	21,28

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 567538,60 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,07 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

...

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	
Modernizacja przegrody Strop nad przejazdem	
Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 100-038 DACH, $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)]; Wariant 1, Płyta styropianowa

		EPS 100-038 DACH, $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s		0,75 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k		0,75 m²	
Stopniodni: 3574,81 dzień·K/rok	$t_{w0} = 20,00$ °C		$t_{z0} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	8	13
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,211	0,146
Opór cieplny R	(m ² K)/W	4,73	6,83
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	2,11
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	0,05	0,03
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0000	0,0000
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1,01
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	350,00
Koszty realizacji usprawnienia N_U	zł	---	321,13
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	318,63

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 385,35 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 280,60 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 13 cm

Informacje uzupełniające:

...

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny

Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1, Wełna mineralna granulowana 80, $\lambda = 0,050$ [W/(m·K)]; Wariant 1, Wełna mineralna granulowana 80, $\lambda = 0,050$ [W/(m·K)];		
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s	357,41 m²		
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k	357,41 m²		
Stopniodni: 3574,81 dzień·K/rok	$t_{w0} = 19,99$ °C		$t_{z0} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15

Oплата 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	---	11	16
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,215	0,146	0,127
Opór cieplny R	(m ² K)/W	4,66	6,86	7,86
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m ² K)/W	---	2,20	3,20
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	23,70	16,09	14,05
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0031	0,0021	0,0018
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	510,36	647,88
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m ²	---	450,00	500,00
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	197825,6 6	219806,2 9
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	387,62	339,27

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 219806,29 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 339,27 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm

Informacje uzupełniające:

...

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 OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'		
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V	17477,14 m³/h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją	465,45 m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji	465,45 m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów	465,45 m²	
Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący	Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3935,60 dzień·K/rok	θ _i = 20,00 °C	θ _e = -20,00 °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Oплата za 1 GJ	zł/GJ	67,15	60,44
Oплата 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	0,70
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,700	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1037,35	590,61
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,3525	0,2544
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	33961,45
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	600,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	343502,10
Koszt realizacji modernizacji wentylacji N_w	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	10,11

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 343502,10 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 10,11 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

$U = 0,90$

Informacje uzupełniające:

...

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

Modernizacja przegrody D5 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V	348,94 m³/h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją	8,20 m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji	8,20 m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów	8,20 m²	
Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Średnie osłonięcie $c_r = 1,0$, $c_w = 1,00$	
Stan istniejący	Stolarka bardzo nieszczelna ($a > 4$)	
Stopniodni: 3935,60 dzień·K/rok	$\theta_i = \mathbf{20,00}^{\circ}\text{C}$	$\theta_e = \mathbf{-20,00}^{\circ}\text{C}$

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	67,15	60,44
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	0,70
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,100	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	19,39	11,52
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0071	0,0052
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	605,79
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1500,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	15129,00
Koszt realizacji modernizacji wentylacji N_w	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	24,97

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 15129,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 24,97 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

$U = 1,30$

Informacje uzupełniające:

...

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

Modernizacja przegrody D3 'Wentylacja grawitacyjna'		
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V	154,36 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją	4,10 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji	4,10 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów	4,10 m ²	
Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Średnie osłonięcie $c_r = 1,0$, $c_w = 1,00$	
Stan istniejący	Stolarka bardzo nieszczelna ($a > 4$)	
Stopniodni: 3935,60 dzień·K/rok	$\theta_i = 20,00$ °C	$\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer
		W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	67,15
Opłata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00
Współczynnik c_m	1,35	1,00
Współczynnik c_r	1,20	0,70

Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,100	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	9,70	5,76
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0032	0,0023
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	302,90
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1500,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	7564,50
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	24,97

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 7564,50 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 24,97 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

...

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

Modernizacja przegrody D4 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V	125,15 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją	3,90 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji	3,90 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów	3,90 m ²	
Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący	Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3935,60 dzień·K/rok	θi = 20,00 °C	θe = -20,00 °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	67,15	60,44
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	0,70
Współczynnik a		---	---

Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,100	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	9,21	5,47
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0026	0,0019
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	287,75
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1500,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	7186,27
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	24,97

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 7186,27 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 24,97 lat

Stołarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

...

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

Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V	243,19 m³/h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją	6,97 m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji	6,97 m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów	6,97 m²	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru	Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący	Stołarka bardzo nieszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3935,60 dzień·K/rok	θi = 20,00 °C	θe = -20,00 °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	67,15	60,44
Oplata 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	0,70
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,100	1,300

Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	16,48	9,79
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0051	0,0037
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	514,93
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1500,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	12859,65
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	24,97

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 12859,65 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 24,97 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

...

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	[-]	0,90	0,90
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m ²]	2653,06	2653,06
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	1,40	1,40
Czas użytkowania τ	[h]	24,00	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	1,70	1,70
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	[-]	0,65	2,60
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	[-]	0,60	0,70
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	[-]	0,60	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{CW}	[GJ/rok]	983,15	148,71
Max moc cieplna q_{CWU}	[kW]	0,01	0,01

6.3.2. Ocena opłacalności modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej

	Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	67,15	0,00
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. [zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/rok]	---	66018,20
Koszt modernizacji N_u [zł]	---	344400,00
SPBT [lat]	---	5,22

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

Planowane usprawnienia	Nakłady [zł]
System BMS do zarządzania CWU	30750,00
Montaż pompy ciepła dla CWU	73800,00
Wymiana instalacji CWU	184500,00
Wymiana bufora zasilanym z OZE	55350,00
---	---
Suma:	344400,00

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 pompę ciepła
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Wymiana oraz izolacja przewodów instalacji
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Wykorzystanie bufora z większą sprawnością

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]	67,15	67,15
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie [zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową [GJ]	1678,36	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,4077	
Sprawność systemu grzewczego	0,695	0,831
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/rok]	---	29318,42
Koszt modernizacji [zł]	---	651900,00
SPBT [lat]	---	22,24

Informacje uzupełniające:

...

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych η oraz współczynników w
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,980
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu ogrzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,930
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	0,950
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,980
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	0,831

6.4.3. Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia	Nakłady [zł]
Montaż systemu BMS	61500,00
Kondensacyjny kocioł gazowy	258300,00
Wymiana instalacji CO	147600,00
Wymiana grzejników	184500,00
Suma:	651900,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Montaż kondensacyjnego kotła gazowego
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Wymiana instalacji oraz izolacja przewodów
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	System BMS, zarządzanie centralne oraz miejscowe
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Bufor ciepła
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Przerwy w ogrzewaniu 4 godziny

6.5. Ocena opłacalności wymiany instalacji oświetlenia wbudowanego

6.5.1. Źródło światła: Nowe źródło światła

		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Suma mocy opraw oświetleniowych P_n	[W]	32908,15	42780,59
Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w	[m ²]	2653,06	2653,06

system wbudowanej instalacji oświetlenia A_L			
Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku $[W/m^2]$	12,40	16,12	
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 [-]	1,00	0,90	
Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_D [-]	1,00	0,80	
Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI $[kWh/(m^2 \cdot rok)]$	44,90	31,40	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia Q_{KL} $[kWh/rok]$	119122,39	83306,08	
Roczne oszczędności energii końcowej po wymianie systemu oświetlenia ΔQ_{KL} $[GJ/rok]$	128,94		
Indywidualne koszty energii O_Z $[zł/kWh]$	1,05	1,05	
Indywidualne koszty energii A_b $[zł/m-c]$	0,00	0,00	
Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia ΔO_K $[zł/rok]$	37607,13		
Koszt wymiany oświetlenia N_U $[zł]$	130000,00		
Prosty czas zwrotu SPBT [lat]	3,46		

Informacje uzupełniające:

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: Stan obecny: 169 szt. podwójnych opraw świetłkowych 35W* 241 szt. pojedynczych opraw świetłkowych 35W 27 szt. opraw LED 16W 12 szt. lamp żarowych 300W Opis stanu technicznego: System oświetlenia w tym budynku szkoły jest mieszany, zawierający zarówno przestarzałe, jak i nowoczesne elementy: Większość oświetlenia oparta na technologii świetłkowej (niska efektywność) Częściowa modernizacja już przeprowadzona (27 opraw LED) Obecność lamp żarowych o bardzo niskiej efektywności energetycznej Problemy typowe dla świetłówek: zawartość rtęci, możliwe migotanie, krótka żywotność Bardzo krótka żywotność lamp żarowych (około 1000 godzin) Propozycja modernizacji: Wymiana pozostałych opraw na LED: 169 podwójne oprawy świetłkowe: zamiana na LED o mocy około 2x18W 41 pojedyncze oprawy świetłkowe: zamiana na LED o mocy około 18W 12 lamp żarowych: zamiana na LED o mocy około 30-40W 27 istniejących opraw LED: pozostawić bez zmian Instalacja inteligentnego systemu sterowania oświetleniem: Czujniki ruchu i obecności Czujniki natężenia światła dziennego Centralne sterowanie z możliwością programowania Grupowanie opraw i analiza rozmieszczenia Utylizacja starych świetłówek i żarówek Szkolenie personelu

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	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	130000,00	3,46
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	344400,00	5,22
3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	343502,10	10,11
4	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 55 zewnętrzna	567538,60	19,07
5	Modernizacja przegrody D5 'Wentylacja grawitacyjna'	15129,00	24,97
6	Modernizacja przegrody D3 'Wentylacja grawitacyjna'	7564,50	24,97
7	Modernizacja przegrody D4 'Wentylacja grawitacyjna'	7186,27	24,97
8	Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'	12859,65	24,97
9	Modernizacja przegrody Strop nad przejazdem	385,35	280,60
10	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	219806,29	339,27
11	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00	22,24

7.2. Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	130000,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	344400,00
3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	343502,10
4	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 55 zewnętrzna	567538,60
5	Modernizacja przegrody D5 'Wentylacja grawitacyjna'	15129,00
6	Modernizacja przegrody D3 'Wentylacja grawitacyjna'	7564,50
7	Modernizacja przegrody D4 'Wentylacja grawitacyjna'	7186,27
8	Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'	12859,65
9	Modernizacja przegrody Strop nad przejazdem	385,35
10	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	219806,29
11	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00
12	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2306021,77

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	130000,00

2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	344400,00
3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	343502,10
4	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 55 zewnętrzna	567538,60
5	Modernizacja przegrody D5 'Wentylacja grawitacyjna'	15129,00
6	Modernizacja przegrody D3 'Wentylacja grawitacyjna'	7564,50
7	Modernizacja przegrody D4 'Wentylacja grawitacyjna'	7186,27
8	Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'	12859,65
9	Modernizacja przegrody Strop nad przejazdem	385,35
10	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00
11	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2086215,48

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	130000,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	344400,00
3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	343502,10
4	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 55 zewnętrzna	567538,60
5	Modernizacja przegrody D5 'Wentylacja grawitacyjna'	15129,00
6	Modernizacja przegrody D3 'Wentylacja grawitacyjna'	7564,50
7	Modernizacja przegrody D4 'Wentylacja grawitacyjna'	7186,27
8	Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'	12859,65
9	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00
10	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2085830,13

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	130000,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	344400,00
3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	343502,10
4	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 55 zewnętrzna	567538,60
5	Modernizacja przegrody D5 'Wentylacja grawitacyjna'	15129,00
6	Modernizacja przegrody D3 'Wentylacja grawitacyjna'	7564,50
7	Modernizacja przegrody D4 'Wentylacja grawitacyjna'	7186,27
8	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00
9	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2072970,48

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	130000,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	344400,00
3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	343502,10
4	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 55 zewnętrzna	567538,60
5	Modernizacja przegrody D5 'Wentylacja grawitacyjna'	15129,00
6	Modernizacja przegrody D3 'Wentylacja grawitacyjna'	7564,50
7	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00
8	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2065784,20

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	130000,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	344400,00
3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	343502,10
4	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 55 zewnętrzna	567538,60
5	Modernizacja przegrody D5 'Wentylacja grawitacyjna'	15129,00
6	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00
7	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2058219,70

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	130000,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	344400,00
3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	343502,10
4	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 55 zewnętrzna	567538,60
5	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00
6	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2043090,70

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	130000,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	344400,00

3	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	343502,10
4	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00
5	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		1475552,10

Wariant 9		
	Usprawnienie	Koszt
1	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	130000,00
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	344400,00
3	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00
4	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		1132050,00

Wariant 10		
	Usprawnienie	Koszt
1	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	130000,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00
3	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		787650,00

Wariant 11		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	651900,00
2	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		657650,00

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	2100,71	50,17	1964,62	46,92	117,10	2306021,77	179997,80
2	2089,10	49,90	1951,84	46,62	116,45	2086215,48	179217,95
3	2089,08	49,90	1951,82	46,62	116,45	2085830,13	179216,30
4	2087,00	49,85	1949,53	46,56	116,33	2072970,48	179077,04
5	2085,84	49,82	1948,26	46,53	116,27	2065784,20	178999,21
6	2084,62	49,79	1946,92	46,50	116,20	2058219,70	178917,29
7	2082,18	49,73	1944,23	46,44	116,06	2043090,70	178753,41
8	1541,86	36,83	1349,87	32,24	85,75	1475552,10	142470,54

9	1399,98	33,44	1193,81	28,51	77,79	1132050,00	132943,75
10	565,55	13,51	484,13	11,56	36,60	787650,00	66925,55
11	436,61	10,43	480,27	11,47	24,49	657650,00	29318,42

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1

7.4. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowany koszt całkowity	2306021,77	zł
Roczne oszczędności kosztów energii	179997,80	zł/rok
Średnioroczna oszczędność energii końcowej	2100,71	GJ/rok
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	1964,62	GJ/rok
Redukcja emisji CO ₂	117,10	ton/rok

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEWNĘTRZNA**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

Uwagi:

...

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop nad przejazdem**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 13 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 100-038 DACH

Uwagi:

...

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna mineralna granulowana 80

Uwagi:

...

O1

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

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

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

Uwagi:

...

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody D5 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,300 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

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

Uwagi:

...

O3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody D3 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,300 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

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

Uwagi:

...

O4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody D4 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m²·K)
Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)
Uwagi:
...

O5
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'**
Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m²·K)
Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)
Uwagi:
...

C.W.U.
Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**
Wymagany zakres prac modernizacyjnych:
1. System BMS do zarządzania CWU
2. Montaż pompy ciepła dla CWU
3. Wymiana instalacji CWU
4. Wymiana bufora zasilanym z OZE
Uwagi:
...

C.O.
Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**
Wymagany zakres prac modernizacyjnych:
1. Montaż systemu BMS
2. Kondensacyjny kocioł gazowy
3. Wymiana instalacji CO
4. Wymiana grzejników
Uwagi:
...

Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: Stan obecny: 169 szt. podwójnych opraw świetlówkowych 35W* 241 szt. pojedynczych opraw świetlówkowych 35W 27 szt. opraw LED 16W 12 szt. lamp żarowych 300W Opis stanu technicznego: System oświetlenia w tym budynku szkoły jest mieszany, zawierający zarówno przestarzałe, jak i nowoczesne elementy: Większość oświetlenia oparta na technologii świetlówkowej (niska efektywność) Częściowa modernizacja już przeprowadzona (27 opraw LED) Obecność lamp żarowych o bardzo niskiej efektywności energetycznej Problemy typowe dla świetlówek: zawartość rtęci, możliwe migotanie, krótka żywotność Bardzo krótka żywotność lamp żarowych (około 1000 godzin) Propozycja modernizacji: Wymiana pozostałych opraw na LED: 169 podwójne oprawy świetlówkowe: zamiana na LED o mocy około 2x18W 41 pojedyncze oprawy świetlówkowe: zamiana na LED o mocy około 18W 12 lamp żarowych: zamiana na LED o mocy około 30-40W 27 istniejących opraw LED: pozostawić bez zmian Instalacja inteligentnego systemu sterowania oświetleniem: Czujniki ruchu i obecności Czujniki natężenia światła dziennego Centralne sterowanie z możliwością programowania Grupowanie opraw i analiza rozmieszczenia Utylizacja starych świetlówek i żarówek Szkolenie personelu

Uwagi:
...
...
...

Załącznik nr 1 do audytu energetycznego: Obliczenia mocy urządzeń chłodzących dla szkoły w Łukawcu

1. Dane wyjściowe z audytu

- Powierzchnia netto budynku: 2473,41 m²
- Kubatura ogrzewania: 9704,74 m³
- Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego (po termomodernizacji): 335,17 kW
- Liczba osób użytkujących budynek: 300

2. Założenia do obliczeń

1. Współczynnik jednoczesności: 0,85 (zakładamy, że nie wszystkie pomieszczenia będą chłodzone jednocześnie z pełną mocą)
2. Stosunek mocy chłodniczej do grzewczej: 0,75 (typowa wartość dla budynków użyteczności publicznej)
3. Zyski ciepła wewnętrzne:
 - Od ludzi: 70 W/osobę (300 osób * 70 W = 21000 W)
 - Od oświetlenia: 10 W/m² (2473,41 m² * 10 W/m² = 24734,1 W)
 - Od sprzętu: 15 W/m² (2473,41 m² * 15 W/m² = 37101,15 W)
4. Zyski ciepła od nasłonecznienia: 30 W/m² (przybliżona wartość dla umiarkowanego klimatu)

3. Obliczenia

3.1. Moc chłodnicza na podstawie mocy grzewczej

Moc chłodnicza = Moc grzewcza * Stosunek mocy chłodniczej do grzewczej * Współczynnik jednoczesności
Moc chłodnicza = 335,17 kW * 0,75 * 0,85 = 213,67 kW

3.2. Zyski ciepła wewnętrzne

Suma zysków wewnętrznych = Zyski od ludzi + Zyski od oświetlenia + Zyski od sprzętu
Suma zysków wewnętrznych = 21000 W + 24734,1 W + 37101,15 W = 82835,25 W = 82,84 kW

3.3. Zyski ciepła od nasłonecznienia

Zyski od nasłonecznienia = Powierzchnia * Współczynnik zysków od nasłonecznienia
Zyski od nasłonecznienia = 2473,41 m² * 30 W/m² = 74202,3 W = 74,20 kW

3.4. Całkowita moc chłodnicza

Całkowita moc chłodnicza = Moc chłodnicza na podstawie mocy grzewczej + Suma zysków wewnętrznych + Zyski od nasłonecznienia
Całkowita moc chłodnicza = 213,67 kW + 82,84 kW + 74,20 kW = 370,71 kW