

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU ZESPOŁU SZKÓŁ W ŁĄCE

Inwestor:

Gmina Trzebownisko, Trzebownisko 976, 36-001 Trzebownisko

Powiat: rzeszowski

Nazwa Inwestycji:

"Termomodernizacja Budynku Zespołu Szkół w Łące"

Zespół Szkół w Łące, Łąka 224B, 36-004 Łąka.



- Trzebownisko 2024 rok –

Audyt efektywności energetycznej



NAZWA OBIEKTU: Szkoła w Łące

ADRES: Łąka, 224B

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 36-004, Łąka

NAZWA INWESTORA: Urząd Gminy Trzebowniko

ADRES: Trzebowniko, 976

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 36-001, Trzebowniko

NAZWA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ:

ADRES: ,

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: ,

Łąka, 09.08.2024

2. Karta audytu efektywności energetycznej

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	
		09-08-2024	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Audyt energetyczny budynku zespołu szkół w Łące	
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej; Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła; Modernizacja przegrody ŚCIANA ZE W 50 zewnątrz; Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'; Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'; Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'; Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'; Modernizacja przegrody DZ 1 '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:
09-08-2024		-	0
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia: **	765233,93	kWh/rok	65,80 toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia: **	684891,46	kWh/rok	58,89 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	20201,77	m ³
Kubatura ogrzewania	17716,86	m ³
Powierzchnia netto budynku	4780,91	m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	0,00	m ²
Współczynnik kształtu	0,39	m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	2242,29	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	0,54	W/(m ² ·K)
Strop zewnętrzny	0,21	W/(m ² ·K)
ŚCIANA ZEW 50 zewnętrzna	0,54	W/(m ² ·K)
Okno zewnętrzne	1,60	W/(m ² ·K)
Dach	7,13	W/(m ² ·K)
Drzwi zewnętrzne dwuskrzydłowe (160cm x 200cm) zewnętrzne	2,10	W/(m ² ·K)
ŚCIANA ZEW 50 wewnętrzna	0,52	W/(m ² ·K)
Podłoga	0,14	W/(m ² ·K)
Strop wewnętrzny	1,30	W/(m ² ·K)
Drzwi zewnętrzne jednoskrzydłowe (100cm x 200cm) zewnętrzne	2,10	W/(m ² ·K)
Strop nad przejazdem	0,21	W/(m ² ·K)
Okno zewnętrzne	1,70	W/(m ² ·K)
Okno zewnętrzne	1,60	W/(m ² ·K)
ŚCIANA WEW 35 wewnętrzna	1,40	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	60,44
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	31312,12
Krotność wymian powietrza	1,77

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 mocy opraw
Dane oświetlenia (moce, zestawienie źródeł światła)	34930,00[W]
Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia	4679,83[m ²]
Średnia moc jednostkowa oświetlenia dla budynku	7,46[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
Strop zewnętrzny	<p>Stan obecny stropów zewnętrznych pod nieogrzewanymi pomieszczeniami</p> <p>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. Niefektywność energetyczna budynku Potencjalnie zwiększone koszty ogrzewania</p> <p>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</p> <p>Może powodować nierównomierny rozkład temperatury w budynku Propozycja modernizacji Docieplenie stropów: Materiał izolacyjny: wełna mineralna Zalecana grubość izolacji: do ustalenia na podstawie obliczeń (typowo 20-30 cm) Metoda aplikacji: układanie na stropie od strony nieogrzewanej przestrzeni Szczegóły techniczne: Rodzaj wełny: zalecana wełna o niskim współczynniku przewodzenia ciepła ($\lambda \leq 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) Gęstość wełny: dostosowana do obciążeń (typowo 30-60 kg/m³) 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</p> <p>Oczekiwane korzyści Energetyczne: Znaczne zmniejszenie strat ciepła przez stropy (szacunkowo o 70-80%) Poprawa ogólnej efektywności energetycznej budynku Redukcja kosztów ogrzewania Komfort użytkowania: Poprawa komfortu cieplnego w pomieszczeniach pod docieplonymi stropami Wyrównanie temperatury w całym budynku: Potencjalne zwiększenie wartości budynku Wydłużenie żywotności konstrukcji stropu dzięki lepszej ochronie przed zmianami temperatury</p>
ŚCIANA ZEW 50 zewnętrzna	<p>Konstrukcja ściany: Warstwa zewnętrzna: pustak klinkierowy Warstwa wewnętrzna: cegła wapienno-piaskowa Izolacja: styropian o grubości 5 cm między warstwami</p> <p>Problemy: Niewystarczająca izolacja termiczna (5 cm styropianu) Potencjalne mostki termiczne na łączeniach i w miejscach osłabienia izolacji Zwiększone straty ciepła przez ściany zewnętrzne Niefektywność energetyczna budynku</p> <p>Wpływ na efektywność energetyczną: Słaba izolacja ścian przyczynia się do zwiększonego zapotrzebowania na energię do ogrzewania Możliwe problemy z komfortem cieplnym w pomieszczeniach przylegających do ścian zewnętrznych</p> <p>Potencjalne ryzyko kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody</p> <p>Propozycja modernizacji</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych: Materiał izolacyjny: styropian Dodatkowa warstwa izolacji: 12 cm Metoda aplikacji: system ETICS (dawniej BSO - Bezspoinowy System Ociepleń)</p> <p>Szczegóły techniczne: Rodzaj styropianu: EPS 70 lub 80 ($\lambda \leq 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) Łączna grubość izolacji po modernizacji: 17 cm (5 cm istniejące + 12 cm nowe) Mocowanie: klej + kołki mocujące (ilość i rozmieszczenie zgodnie z projektem) Wykończenie: siatka zbrojąca, klej, grunt, tynk cienkowarstwowy</p> <p>Dodatkowe zalecenia: Staranne przygotowanie powierzchni przed nałożeniem nowej warstwy izolacji Szczególna uwaga na detale architektoniczne (okna, drzwi, parapety)</p> <p>Zastosowanie listew startowych, narożników ochronnych i profili dylatacyjnych</p> <p>Wykonanie nowych obróbek blacharskich</p> <p>Oczekiwane korzyści</p> <p>Energetyczne: Znaczne zmniejszenie strat ciepła przez ściany (szacunkowo o 60-70%) Poprawa ogólnej efektywności energetycznej budynku Redukcja kosztów ogrzewania</p> <p>Komfort użytkowania: Poprawa komfortu cieplnego w pomieszczeniach przylegających do ścian zewnętrznych Eliminacja zjawiska "zimnych ścian" Zmniejszenie ryzyka rozwoju grzybów i pleśni</p> <p>Inne: Odnowienie elewacji budynku Potencjalne zwiększenie wartości budynku Ochrona konstrukcji ścian przed wpływem czynników atmosferycznych</p>
Podłoga	...
Strop wewnętrzny	...
Strop nad przejazdem	<p>Stan obecny stropu nad przejazdem</p> <p>Charakterystyka ogólna: Strop oddziela ogrzewane pomieszczenia od nieogrzewanej przestrzeni przejazdu Obecna izolacja: brak informacji o istniejącej izolacji (zakładamy,</p>

	<p>że jest niewystarczająca)</p> <p>Problemy: Znaczne straty ciepła przez strop nad przejazdem Niefektywność energetyczna tej części budynku Potencjalnie zwiększone koszty ogrzewania pomieszczeń nad przejazdem Możliwe problemy z komfortem cieplnym w pomieszczeniach znajdujących się bezpośrednio nad przejazdem</p> <p>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</p> <p>Propozycja modernizacji</p> <p>Docieplenie stropu nad przejazdem: Materiał izolacyjny: styropian Dodatkowa warstwa izolacji: 17 cm Metoda aplikacji: montaż od strony przejazdu (od spodu stropu)</p> <p>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: 17 cm Mocowanie: klej + kołki mocujące (ilość i rozmieszczenie zgodnie z projektem) Wykończenie: siatka zbrojąca, klej, grunt, tynk cienkowarstwowy lub płyty g-k na ruszcie</p> <p>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</p> <p>Oczekiwane korzyści</p> <p>Energetyczne: Znaczne zmniejszenie strat ciepła przez strop nad przejazdem (szacunkowo o 75-85%) Poprawa ogólnej efektywności energetycznej budynku</p> <p>Redukcja kosztów ogrzewania pomieszczeń nad przejazdem</p> <p>Komfort użytkowania: Poprawa komfortu cieplnego w pomieszczeniach nad przejazdem Eliminacja efektu "zimnej podłogi" w pomieszczeniach nad przejazdem</p> <p>Zmniejszenie ryzyka kondensacji pary wodnej i rozwoju grzybów</p> <p>Inne: Potencjalne zwiększenie wartości użytkowej pomieszczeń nad przejazdem</p> <p>Ochrona konstrukcji stropu przed dużymi wahaniami temperatury</p>
ŚCIANA WEW 35 wewnętrzna	...
Drzwi zewnętrzne DZ 1	<p>Stan obecny drzwi zewnętrznych</p> <p>Ogólna charakterystyka: Drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym</p> <p>Prawdopodobnie stare, nieefektywne energetycznie</p> <p>Problemy: Znaczne straty ciepła przez drzwi zewnętrzne Możliwe nieszczelności i infiltracja powietrza Obniżona izolacyjność akustyczna Potencjalne problemy z bezpieczeństwem</p>
Okno zewnętrzne OZ 1	<p>Stan obecny okien</p> <p>Ogólna charakterystyka: Okna w złym stanie technicznym Prawdopodobnie stare, nieefektywne energetycznie</p> <p>Problemy: Znaczne straty ciepła przez okna Możliwe nieszczelności i infiltracja powietrza Potencjalne problemy z izolacyjnością akustyczną Obniżony komfort użytkowania pomieszczeń</p>
Drzwi zewnętrzne D2	<p>Stan obecny drzwi zewnętrznych</p> <p>Ogólna charakterystyka: Drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym</p> <p>Prawdopodobnie stare, nieefektywne energetycznie</p> <p>Problemy: Znaczne straty ciepła przez drzwi zewnętrzne Możliwe nieszczelności i infiltracja powietrza Obniżona izolacyjność akustyczna Potencjalne problemy z bezpieczeństwem</p>
Okno zewnętrzne OZ 2	<p>Stan obecny okien</p> <p>Ogólna charakterystyka: Okna w złym stanie technicznym Prawdopodobnie stare, nieefektywne energetycznie</p> <p>Problemy: Znaczne straty ciepła przez okna Możliwe nieszczelności i infiltracja powietrza Potencjalne problemy z izolacyjnością akustyczną Obniżony komfort użytkowania pomieszczeń</p>
Okno zewnętrzne OZ 3	<p>Stan obecny okien</p> <p>Ogólna charakterystyka: Okna w złym stanie technicznym Prawdopodobnie stare, nieefektywne energetycznie</p> <p>Problemy: Znaczne straty ciepła przez okna Możliwe nieszczelności i infiltracja powietrza Potencjalne problemy z izolacyjnością akustyczną Obniżony komfort użytkowania pomieszczeń</p>
Urządzenia i sprzęt	...

<p>Oświetlenie wbudowane Nowe źródło światła</p>	<p>Stan obecny: 403 szt. podwójnych opraw świetłkowych 35W*2 192 szt. pojedynczych opraw świetłkowych 35W 38 szt. opraw już wymienionych na LED Opis stanu technicznego: System oświetlenia jest w większości oparty na technologii świetłkowej, która jest przestarzała w porównaniu do nowoczesnych rozwiązań LED. Świetłówki charakteryzują się: Niższą efektywnością energetyczną niż LED Krótszą żywotnością (zazwyczaj 10,000-20,000 godzin) Zawartością rtęci, co czyni je mniej ekologicznymi Wolniejszym zapłonem i możliwym migotaniem, szczególnie pod koniec okresu użytkowania Większą wrażliwością na częste włączanie i wyłączanie Pozytywnym aspektem jest to, że 38 opraw zostało już zmodernizowanych na LED, co wskazuje na rozpoczęty proces modernizacji. Proponycja modernizacji: Wymiana pozostałych opraw świetłkowych na LED: 403 podwójne oprawy: zamiana na odpowiedniki LED o mocy około 2x18W 192 pojedyncze oprawy: zamiana na odpowiedniki LED o mocy około 18W Instalacja inteligentnego systemu sterowania oświetleniem: Czujniki ruchu i obecności w mniej uczęszczanych obszarach Czujniki natężenia światła dziennego do automatycznej regulacji jasności Centralne sterowanie umożliwiające programowanie scenariuszy oświetleniowych Grupowanie opraw: Podzielenie opraw na grupy, umożliwiające selektywne włączanie i wyłączanie w zależności od potrzeb i obecności pracowników Szkolenie pracowników: Edukacja na temat nowego systemu oświetlenia i jego funkcji Instrukcje dotyczące optymalnego wykorzystania nowego oświetlenia Korzyści z modernizacji: Znaczne zmniejszenie zużycia energii (do 50-60%) Poprawa jakości oświetlenia i komfortu pracy Dłuższa żywotność opraw (nawet do 50,000 godzin) Niższe koszty konserwacji</p>
<p>System grzewczy</p>	<p>Źródło ciepła: Dwa kotły gazowe, każdy o mocy 250 kW (łączna moc 500 kW) 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) Proponycja modernizacji Nowe źródło ciepła: Kondensacyjny kocioł gazowy Proponowana moc: 400 kW (dobrana na podstawie obecnego zapotrzebowania z uwzględnieniem poprawy efektywności) Charakterystyka: Wysoka efektywność energetyczna Niższe emisje CO2 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 kotła</p>
<p>Instalacja ciepłej wody użytkowej</p>	<p>Stan obecny systemu CWU Źródło ciepła: Kocioł gazowy (wykorzystywany również do ogrzewania budynku) Akumulacja ciepłej wody: Dwa bufor o pojemności 250 l i 300 l (łącznie 550 l) Wiek buforów: ponad 25 lat Stan techniczny: niezadowalający Słaba izolacyjność Niski współczynnik sprawności akumulacji Instalacja CWU: Stan: wymagający wymiany i dodatkowej izolacji Proponycja 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</p>

	energetycznej budynku szkoły oraz redukcji kosztów związanych z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej.
--	--

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 ZE W 50 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	2804,58 m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k	2804,58 m ²	
Stopniodni: 3935,60 dzień·K/rok	$t_{w0} = 20,00$ °C	$t_{z0} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	60,44
Opłata 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	---	12
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,545	0,193
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,84	5,17
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,33
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	519,52	184,50
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0611	0,0217
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	23734,71
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	250,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	862407,49
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	36,34

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 862407,49 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 36,34 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 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)]; 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		566,66 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k		566,66 m²	
Stopniodni: 3935,60 dzień·K/rok	$t_{w0} = 20,00$ °C	$t_{z0} = -20,00$ °C	

		Stan istniejący	Wariant numer			
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3
Oплата за 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	60,44	60,44	60,44	60,44
Oплата за 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	8	13	18	23
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,211	0,146	0,123	0,106	0,093
Opór cieplny R	(m ² K)/W	4,73	6,83	8,15	9,47	10,78
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	2,11	3,42	4,74	6,05
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	40,75	28,19	23,64	20,36	17,87
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0048	0,0033	0,0028	0,0024	0,0021
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1032,08	1307,21	1505,84	1656,00
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	300,00	350,00	400,00	450,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	209098,70	243948,48	278798,27	313648,05
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	202,60	186,62	185,14	189,40

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 278798,27 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 185,14 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 18 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)]; 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	1381,72 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k	1381,72 m²	
Stopniodni: 3935,60 dzień·K/rok	$t_{w0} = 20,00$ °C	$t_{z0} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer			
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	60,44	60,44	60,44	60,44
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	11	16	21	26
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,215	0,146	0,127	0,113	0,101
Opór cieplny R	(m ² K)/W	4,66	6,86	7,86	8,86	9,86
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m ² K)/W	---	2,20	3,20	4,20	5,20
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	100,85	68,50	59,78	53,04	47,66
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0119	0,0081	0,0070	0,0062	0,0056
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	2631,80	3158,62	3566,51	3891,65
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m ²	---	400,00	450,00	500,00	550,00
Koszty realizacji usprawnienia N _U	zł	---	679805,58	764781,27	849756,97	934732,67
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	258,30	242,13	238,26	240,19

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 764781,27 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 242,13 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 2 'Wentylacja grawitacyjna'		
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V	355,76 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją	8,50 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji	8,50 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów	8,50 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	θ _i = 20,00 °C	θ _e = -20,00 °C

	Stan istniejący	Wariant numer
--	-----------------	---------------

			W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	67,15	67,15
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)	1,700	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	4,91	2,60
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0071	0,0051
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	155,27
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	600,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	6273,00
Koszt realizacji modernizacji wentylacji N_w	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	40,40

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 6273,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 40,40 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 OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V	1399,76 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją	45,36 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji	45,36 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów	45,36 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	67,15
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)	1,600	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	24,68	13,88
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0286	0,0207
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	725,01
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	600,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	33475,68
Koszt realizacji modernizacji wentylacji N_w	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	46,17

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 33475,68 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 46,17 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 OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V	27339,40 m³/h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją	534,78 m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji	534,78 m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów	534,78 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
		67,15

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)	1,600	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	290,95	163,66
Zapotrzebowanie na moc ciepłą q	MW	0,5362	0,3911
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	8547,59
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	600,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	394667,64
Koszt realizacji modernizacji wentylacji N_w	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	46,17

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 394667,64 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 46,17 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 D2 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V	303,06 m³/h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją	4,51 m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji	4,51 m²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów	4,51 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
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	67,15	67,15
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	3,22	1,99
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0059	0,0044
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	82,38
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1500,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	8320,95
Koszt realizacji modernizacji wentylacji N_w	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	101,00

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 8320,95 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 101,00 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 DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V	1914,14 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją	28,29 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji	28,29 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów	28,29 m ²	
Stopień wyeksponowania 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	67,15
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	20,20	12,51
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0375	0,0275
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	516,77
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1500,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	52195,05
Koszt realizacji modernizacji wentylacji N_w	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	101,00

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 52195,05 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 101,00 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_{WV}	[kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody ρ_W	[kg/m ³]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_{WV}	[°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]	4679,83	4679,83
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WV}	[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	0,80
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	[-]	0,60	0,85

Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{CW}	[GJ/rok]	1734,21	229,53
Max moc cieplna q_{CWU}	[kW]	0,02	0,02

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]	---	116451,93
Koszt modernizacji N_u	[zł]	---	277980,00
SPBT	[lat]	---	2,39

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

Planowane usprawnienia	Nakłady [zł]
Wymiana bufora na nowy	61500,00
Wymiana instalacji CWU	147600,00
Zakup i montaż pompy ciepła	68880,00
---	---
Suma:	277980,00

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 wysokoefektywną pompę ciepła
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Wymiana oraz izolacja instalacji CWU
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Wymiana bufora oraz montaż systemu BMS

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	60,44
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]	1605,46	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,6976	
Sprawność systemu grzewczego		0,695	0,789

Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/rok]	---	34595,29
Koszt modernizacji	[zł]	---	824100,00
SPBT	[lat]	---	23,82

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 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 grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,930
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	0,930
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,980
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	0,789

6.4.3. Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia	Nakłady [zł]
Kondensacyjny kocioł gazowy	307500,00
Wymiana systemu grzewczego z izolacją	270600,00
Wymiana grzejników	184500,00
System zarządzania energią BMS	61500,00
Suma:	824100,00

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 gazowy kondensacyjny kocioł
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Zaizolowane przewody wymiana instalacji
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Wymiana grzejników, system BMS
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Bufor do CO
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Wykorzystanie przerw ogrzewaniu w nocy oraz wykorzystanie ciepła zgromadzonego z bufora

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]	34930,00	20300,00
Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia A_L	[m ²]	4679,83	4679,83
Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku	[W/m ²]	7,46	4,34
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 -rok)]	44,90	31,40
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia Q_{KL}	[kWh/rok]	210124,37	146946,51
Roczne oszczędności energii końcowej po wymianie systemu oświetlenia ΔQ_{KL}	[GJ/rok]	227,44	
Indywidualne koszty energii O_z	[zł/kWh]	1,05	1,05
Indywidualne koszty energii A_b	[zł/m-c]	2000,00	2000,00
Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia ΔO_k	[zł/rok]	66336,75	
Koszt wymiany oświetlenia N_u	[zł]	200000,00	
Prosty czas zwrotu SPBT	[lat]	3,01	

Informacje uzupełniające:

Propozycja modernizacji: Wymiana pozostałych opraw świetlówkowych na LED: 403 podwójne oprawy: zamiana na odpowiedniki LED o mocy około 2x18W 192 pojedyncze oprawy: zamiana na odpowiedniki LED o mocy około 18W

Instalacja inteligentnego systemu sterowania oświetleniem: Czujniki ruchu i obecności w mniej uczęszczanych obszarach Czujniki natężenia światła dziennego do automatycznej regulacji jasności Centralne sterowanie umożliwiające programowanie scenariuszy oświetleniowych

Grupowanie opraw: Podzielenie opraw na grupy, umożliwiające selektywne włączanie i wyłączanie w zależności od potrzeb i obecności pracowników

Szkolenie pracowników: Edukacja na temat nowego systemu oświetlenia i jego funkcji Instrukcje dotyczące optymalnego wykorzystania nowego oświetlenia

Korzyści z modernizacji: Znaczne zmniejszenie zużycia energii (do 50-60%) Poprawa jakości oświetlenia i komfortu pracy Dłuższa żywotność opraw (nawet do 50,000 godzin) Niższe koszty konserwacji

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 systemu ciepłej wody użytkowej	277980,00	2,39
2	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	200000,00	3,01
3	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 50 zewnętrzna	862407,49	36,34
4	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	6273,00	40,40
5	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	33475,68	46,17
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	394667,64	46,17
7	Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'	8320,95	101,00
8	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	52195,05	101,00
9	Modernizacja przegrody Strop nad przejazdem	278798,27	185,14
10	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	764781,27	242,13
11	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00	23,82

7.2. Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	277980,00
2	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	200000,00
3	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 50 zewnętrzna	862407,49
4	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	6273,00
5	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	33475,68
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	394667,64
7	Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'	8320,95
8	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	52195,05
9	Modernizacja przegrody Strop nad przejazdem	278798,27
10	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	764781,27
11	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00
12	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		3708749,35

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	277980,00

2	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	200000,00
3	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZE W 50 zewnętrzna	862407,49
4	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	6273,00
5	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	33475,68
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	394667,64
7	Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'	8320,95
8	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	52195,05
9	Modernizacja przegrody Strop nad przejazdem	278798,27
10	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00
11	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2943968,08

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	277980,00
2	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	200000,00
3	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZE W 50 zewnętrzna	862407,49
4	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	6273,00
5	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	33475,68
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	394667,64
7	Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'	8320,95
8	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	52195,05
9	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00
10	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2665169,81

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	277980,00
2	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	200000,00
3	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZE W 50 zewnętrzna	862407,49
4	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	6273,00
5	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	33475,68
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	394667,64
7	Modernizacja przegrody D2 'Wentylacja grawitacyjna'	8320,95
8	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00
9	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2612974,76

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	277980,00
2	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	200000,00
3	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZE W 50 zewnętrzna	862407,49
4	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	6273,00
5	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	33475,68
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	394667,64
7	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00
8	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2604653,81

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	277980,00
2	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	200000,00
3	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZE W 50 zewnętrzna	862407,49
4	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	6273,00
5	Modernizacja przegrody OZ 3 'Wentylacja grawitacyjna'	33475,68
6	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00
7	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2209986,17

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	277980,00
2	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	200000,00
3	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZE W 50 zewnętrzna	862407,49
4	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	6273,00
5	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00
6	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2176510,49

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	277980,00
2	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	200000,00

3	Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 50 zewnętrzna	862407,49
4	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00
5	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		2170237,49

Wariant 9		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	277980,00
2	Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła	200000,00
3	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00
4	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		1307830,00

Wariant 10		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	277980,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00
3	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		1107830,00

Wariant 11		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	824100,00
2	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	5750,00
Całkowity koszt		829850,00

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	2754,82	65,80	2465,59	58,89	154,47	3708749,35	260104,45
2	2702,84	64,56	2408,41	57,52	151,55	2943968,08	256962,64
3	2676,94	63,94	2379,92	56,84	150,10	2665169,81	255397,27
4	2667,15	63,70	2369,15	56,59	149,55	2612974,76	254805,61
5	2665,59	63,67	2367,43	56,55	149,46	2604653,81	254711,24
6	2502,56	59,77	2188,10	52,26	140,32	2209986,17	244857,76
7	2488,64	59,44	2172,79	51,90	139,54	2176510,49	244016,61
8	2485,66	59,37	2169,51	51,82	139,37	2170237,49	243836,37

9	2048,00	48,92	1688,08	40,32	114,81	1307830,00	217383,98
10	1820,56	43,48	1681,27	40,16	93,46	1107830,00	151047,22
11	315,88	7,54	347,47	8,30	17,72	829850,00	34595,29

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1

7.4. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowany koszt całkowity	3708749,35	zł
Roczne oszczędności kosztów energii	260104,45	zł/rok
Średnioroczna oszczędność energii końcowej	2754,82	GJ/rok
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	2465,59	GJ/rok
Redukcja emisji CO ₂	154,47	ton/rok

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody ŚCIANA ZEW 50 zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 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: 18 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 2 '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 OZ 3 '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:

...

O3

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:

...

O4

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:
...

O5
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 1 '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. Wymiana bufora na nowy
2. Wymiana instalacji CWU
3. Zakup i montaż pompy ciepła
Uwagi:
...

C.O.
Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**
Wymagany zakres prac modernizacyjnych:
1. Kondensacyjny kocioł gazowy
2. Wymiana systemu grzewczego z izolacją
3. Wymiana grzejników
4. System zarządzania energią BMS
Uwagi:
...

Wymiana oświetlenia: Nowe źródło światła

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:
Propozycja modernizacji: Wymiana pozostałych opraw świetłkowych na LED: 403 podwójne oprawy: zamiana na odpowiedniki LED o mocy około 2x18W 192 pojedyncze oprawy: zamiana na odpowiedniki LED o mocy około 18W
Instalacja inteligentnego systemu sterowania oświetleniem: Czujniki ruchu i obecności w mniej uczęszczanych obszarach Czujniki natężenia światła dziennego do automatycznej regulacji jasności Centralne sterowanie umożliwiające programowanie scenariuszy oświetleniowych Grupowanie opraw: Podzielenie opraw na grupy, umożliwiające selektywne włączanie i wyłączanie w zależności od potrzeb i obecności pracowników
Szkolenie pracowników: Edukacja na temat nowego systemu oświetlenia i jego funkcji Instrukcje dotyczące optymalnego wykorzystania nowego oświetlenia
Korzyści z modernizacji: Znaczne zmniejszenie zużycia energii (do 50-60%) Poprawa jakości oświetlenia i komfortu pracy Dłuższa żywotność opraw (nawet do 50,000 godzin) Niższe koszty konserwacji
Uwagi:
...

Załącznik nr 1 do audytu energetycznego: Obliczenia mocy urządzeń chłodzących

1. Dane wyjściowe z audytu

- Powierzchnia netto budynku: 4780,91 m²
- Kubatura ogrzewania: 17716,86 m³
- Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego (po termomodernizacji): 633,37 kW

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 (4780,91 m² * 10 W/m² = 47809,1 W)
 - Od sprzętu: 15 W/m² (4780,91 m² * 15 W/m² = 71713,65 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 = 633,37 kW * 0,75 * 0,85 = 403,77 kW

3.2. Zyski ciepła wewnętrzne

Suma zysków wewnętrznych = Zyski od ludzi + Zyski od oświetlenia + Zyski od sprzętu
Suma zysków wewnętrznych = 21000 W + 47809,1 W + 71713,65 W = 140522,75 W = 140,52 kW

3.3. Zyski ciepła od nasłonecznienia

Zyski od nasłonecznienia = Powierzchnia * Współczynnik zysków od nasłonecznienia
Zyski od nasłonecznienia = 4780,91 m² * 30 W/m² = 143427,3 W = 143,43 kW

3.4. Całkowita moc chłodnicza

Całkowita moc chłodnicza = Moc chłodnicza na podstawie mocy grzewczej + Suma zysków wewnętrznych + Zyski od nasłonecznienia
Całkowita moc chłodnicza = 403,77 kW + 140,52 kW + 143,43 kW = 687,72 kW