

AUDYT ENERGETYCZNY

Analiza energetyczna

**Dla zadania pn. „Termomodernizacja
budynku przedszkola w Brzozie”**

Gmina Grabica

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	<i>Brak danych</i>
1.3 INWESTOR Gmina Grabica	Gmina Grabica	1.4 Adres budynku	
	Grabica 66 97-306 Grabica	Brzoza 18 97-306 Grabica ŁÓDZKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Mariusz Małkowski ul. Nowe Sady 87/19 94-102 Łódź			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Mariusz Małkowski		 podpis
Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1833, wpis do rejestru MliR nr 9342			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Łódź		Data wykonania opracowania	lipiec 2022
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego			
2. Karta audytu energetycznego budynku			
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji			

2. Karta audytu energetycznego budynku*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	1	1
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	398,69	398,69
2.1.4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	0,00	0,00
2.1.5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
2.1.6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	30,00	30,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	Miejscowe
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,81	0,81
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² ·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,15	0,20
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	2,28	0,15
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,78	0,30
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	3,00	0,90
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	4,00	1,30
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,800	4,800
2.3.2.	Sprawność przesyłu	1,000	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,700	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	1,000
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,900	0,900
2.4.2.	Sprawność przesyłu	1,000	1,000
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,850	0,850
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji

2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	111,38	111,38
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,28	0,28
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	34,78	11,51
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie cwu [kW]	0,62	0,62
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	249,22	34,19
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	445,04	8,43
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	4,66	4,66
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	587,94	80,66
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	1049,90	19,89
2.6.10* *	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	73,59
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	72,16	222,24
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW·m-c)]	0,00	0,00
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	74,80	74,80
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW·m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² ·m-c)]	22,73	1,33
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00

2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	0,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	97,09
Planowane koszty całkowite [zł]	225922,46	Premia termomodernizacyjna [zł]	36147,59
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	30240,12		
2.9. Inne			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku nie zostanie zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej kW.			
Z audytu energetycznego wynika, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy.			

* Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

** Uoze [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

*** Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

**** Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa z dnia 13 lutego 2020 r. o zmianie ustawy - Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw.
2. Ustawa z dnia 23 stycznia 2020 r. o zmianie ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów.
3. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 kwietnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 24 sierpnia 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów.
5. Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 6 września 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
6. Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
7. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 stycznia 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o efektywności energetycznej.
8. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

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 - Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMOCAD PRO 7.6

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

3517119 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

0 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

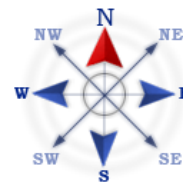
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	398,69 m ³
Kubatura ogrzewania	-	398,69 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	0,00 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,81 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	413,17 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	30,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,15	W/(m ² ·K)
Dach/stropodach	2,28	W/(m ² ·K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² ·K)
Okna	3,00	W/(m ² ·K)
Drzwi/bramy	4,00	W/(m ² ·K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² ·K)
Podłogi na gruncie	1,78	W/(m ² ·K)

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	72,16 zł/GJ	222,24 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	222,24 zł/GJ	222,24 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Źródło ogrzewania 100%		
Wytwarzanie	Piece kaflowe Paliwo - węgiel kamienny	$h_{H,g} = 0,800$
Przesyłanie ciepła	Źródło ciepła w pomieszczeniu (ogrzewanie elektryczne, piec kaflowy, kominek)	$h_{H,d} = 1,000$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie piecowe lub z kominka	$h_{H,e} = 0,700$
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika buforowego	$h_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $h_{H,tot} = h_{H,g}h_{H,d}h_{H,e}h_{H,s} =$		0,560
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	---	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Źródło ciepłej wody użytkowej 100%		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	$h_{W,g} = 0,900$
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru	$h_{W,d} = 1,000$
Regulacja i wykorzystanie	---	$h_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	$h_{W,s} = 0,850$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $h_{W,tot} = h_{W,g} h_{W,d} h_{W,s} h_{W,e} =$		0,765
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	111,38	
Krotność wymian powietrza	0,28	

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

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

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Podłoga na gruncie	Podłoga drewniana na legarach. Przegroda nie spełnia wymagań cieplnych warunków technicznych przegród zewnętrznych dla roku, 2021 dlatego proponuje się ocieplić istniejącą przegrodę.
Dach	Strop nad 2-gą kondygnacją szkoły zbudowany z płyt kanałowych ocieplony wełną która z czasem uległa degradacji i nie spełnia działań izolacyjnych. Przegroda nie spełnia wymagań cieplnych warunków technicznych przegród zewnętrznych dla roku, 2021 dlatego proponuje się ocieplić istniejącą przegrodę.
Ściana zewnętrzna	Ściana zewnętrzna zbudowana cegły ceramicznej pełnej obustronnie otynkowana. Przegroda nie spełnia wymagań cieplnych warunków technicznych przegród zewnętrznych dla roku, 2021 dlatego proponuje się ocieplić istniejącą przegrodę.
Okno zewnętrzne OZ 1	Stare drzwi zewnętrzne zniszczone i nieszczelne podlegają wymianie.
Drzwi zewnętrzne DZ 1	Stare drzwi zewnętrzne zniszczone i nieszczelne podlegają wymianie.
System grzewczy	Aktualnie budynek zasilany jest w ciepło z piecy kaflowych i typu koza na węgiel kamienny

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

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 Dach		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Podkład wełna 035, $\lambda = 0,035$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	163,65m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	163,65m²	
Stopniodni: 3731,20 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	72,16	222,24	222,24	222,24
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	18	20	22
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,279	0,179	0,163	0,149
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,44	5,58	6,15	6,72
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	5,14	5,71	6,29
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	120,20	9,45	8,57	7,85
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0149	0,0012	0,0011	0,0010
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	6573,47	6768,54	6930,45
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	233,53	233,54	233,55
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	38216,23	38217,87	38219,50
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	5,81	5,65	5,51

Optymlnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 38219,50 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 5,51 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 22 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody stropodach proponuje się granulowaną wełnę mineralną o grubości 22 cm, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,15 W/m²K.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 200-036 PODŁOGA, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	117,75m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	117,75m²	
Stopniodni: 3731,20 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	72,16	222,24	222,24	222,24
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament A_b	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	6	8	10
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,777	0,449	0,359	0,299
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,56	2,23	2,79	3,34
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	1,67	2,22	2,78
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	67,44	17,03	13,63	11,36
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0084	0,0021	0,0017	0,0014
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	1082,68	1837,45	2341,17
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	300,00	310,00	320,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	43448,60	44896,88	46345,17
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	40,13	24,43	19,80

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2
Charakterystyka wariantu optymalnego:
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 46345,17 zł
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,80 lat
Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm
Informacje uzupełniające:
Dla przegrody podłoga na gruncie proponuje się granulowaną styropian o grubości 10 cm, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,3 W/m ² K.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Austrotherm EPS FASADA PREMIUM, $\lambda=0,031$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	193,52m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	193,52m²	
Stopniodni: 3731,20 dzień·K/rok	$t_{wo}=$ 20,00 °C	$t_{zo}=$ -20,00 °C

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	72,16	222,24	222,24	222,24
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament A_b	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	11	12	13
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,151	0,226	0,211	0,198
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,87	4,42	4,74	5,06
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,55	3,87	4,19
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	71,80	14,12	13,16	12,32
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0089	0,0018	0,0016	0,0015
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	2042,14	2255,75	2442,14
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	230,00	240,00	250,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	54746,38	57126,66	59506,94
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	26,81	25,32	24,37

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 59506,94 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 24,37 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 13 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 13 cm przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,191 W/m²K. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, parapety obróbka blacharska, daszki oraz inne niezbędne do wykonania prac termomodernizacyjnych.

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: 99,50 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 15,84 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 15,84 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 15,84 m ²	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3731,20 dzień·K/rok qi = 20,00 °C qe = -20,00 °C	

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	222,24	222,24	222,24
Opłata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	0,85	0,70
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	3,000	1,100	1,000
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	43,24	25,39	21,39
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0037	0,0021	0,0020
Roczna oszczędność kosztów DO	zł/rok	---	3965,70	4854,71
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1000,00	1100,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	19482,59	21430,84
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	1000,00	1000,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	5,16	4,62

<p>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 3</p> <p>Charakterystyka wariantu optymalnego: Koszt realizacji wariantu optymalnego: 24379,10 zł Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 4,24 lat</p> <p>Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)</p> <p>Modernizacja systemu wentylacji</p> <p>U= 0,90</p> <p>Informacje uzupełniające: kompleksowa wymiana drzwi zewnętrznych poprawi komfort cieplny w budynku</p>
--

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: **11,87** m³/hPowierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **1,89**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **1,89**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **1,89**m²

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

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)

Stopniodni: **3731,20** dzień·K/rok qi = **20,00** °C qe = **-20,00** °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	222,24	222,24	222,24
Opłata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	0,85	0,70
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	4,000	1,500	1,400
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	5,77	3,27	2,80
Zapotrzebowanie na moc ciepłą q	MW	0,0005	0,0003	0,0003
Roczna oszczędność kosztów DO	zł/rok	---	554,44	660,52
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	2300,00	2400,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	5346,81	5579,28
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	9,64	8,45

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 3**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 5811,75 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 7,58 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)**Modernizacja systemu wentylacji****U= 1,30**

Informacje uzupełniające:

nowe drzwi zewnętrzne poprawią komfort cieplny w budynku.

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
Ciepło właściwe wody c_w	$[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$	4,18
Gęstość wody ρ_w	$[\text{kg}/\text{m}^3]$	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	$[\text{°C}]$	55
Temperatura zimnej wody θ_o	$[\text{°C}]$	10
Współczynnik korekcyjny k_R	$[-]$	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	$[\text{m}^2]$	117,75
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI}	$[\text{dm}^3/(\text{m}^2\cdot\text{doba})]$	0,80
Czas użytkowania τ	$[\text{h}]$	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	$[-]$	3,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	$[-]$	0,90
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	$[-]$	1,00
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	$[-]$	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	$[\text{GJ}/\text{rok}]$	4,66
Max moc cieplna q_{cwu}	$[\text{kW}]$	0,62

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]	72,16	222,24
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]	249,22	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,0348	
Sprawność systemu grzewczego		0,560	4,055
Roczna oszczędność kosztów DO	[zł/a]	---	18455,13
Koszt modernizacji	[zł]	---	51660,00
SPBT	[lat]	---	2,80

Informacje uzupełniające:

Wymiana kotła grzewczego na pompę ciepła poprawi komfort cieplny w budynku, oraz zlikwiduje niską emisję, Zastosowanie pompy ciepła znacząco obniży emisję dwutlenku węgla.

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $h_{H,g}$	4,800
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $h_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $h_{H,e}$	0,880
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $h_{H,s}$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego $h_{H,g} \cdot h_{H,d} \cdot h_{H,e} \cdot h_{H,s}$	4,055

*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
grzejniki niskotemperaturowe z głowicami termostatycznymi	14760,00
nowa instalacja centralnego ogrzewania	36900,00
Suma:	51660,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Źródło ogrzewania 100%	
Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania h_g	Zastosowanie gruntowej pompy ciepła - koszt wymiany źródła ciepła wliczony w audyt energetyczny budynku

	szkoły
Ulepszenie sprawności przesyłu h_d	Montaż nowej instalacji w otulinie w budynku
Ulepszenie sprawności regulacji h_e	Proponuje się zastosować nowe grzejniki wyposażone w głowice termostaticzne oraz w zawory termostaticzne.
Ulepszenie sprawności akumulacji h_s	Brak proponowanych ulepszeń.
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Brak proponowanych ulepszeń.

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowanie według rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24379,10 zł	4,24
2.	Modernizacja przegrody Dach	38219,50 zł	5,51
3.	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	5811,75 zł	7,58
4.	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	46345,17 zł	19,80
5.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	59506,94 zł	24,37
6.	Modernizacja systemu grzewczego	51660,00	2,80

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24379,10
2	Modernizacja przegrody Dach	38219,50
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	5811,75
4	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	46345,17
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	59506,94
6	Modernizacja systemu grzewczego	51660,00
Całkowity koszt		225922,46

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24379,10
2	Modernizacja przegrody Dach	38219,50
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	5811,75
4	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	46345,17

5	Modernizacja systemu grzewczego	51660,00
Całkowity koszt		166415,53

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24379,10
2	Modernizacja przegrody Dach	38219,50
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	5811,75
4	Modernizacja systemu grzewczego	51660,00
Całkowity koszt		120070,36

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24379,10
2	Modernizacja przegrody Dach	38219,50
3	Modernizacja systemu grzewczego	51660,00
Całkowity koszt		114258,61

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	24379,10
2	Modernizacja systemu grzewczego	51660,00
Całkowity koszt		76039,10

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	51660,00
Całkowity koszt		51660,00

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik ciepłoty budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,0348	249,22	20,00	117,75	398,69	398,69	398,69	87,23	0,81
1	0,0115	34,19	20,00	117,75	398,69	398,69	398,69	16,29	0,81
2	0,0189	100,33	20,00	117,75	398,69	398,69	398,69	34,80	0,81
3	0,0193	104,10	20,00	117,75	398,69	398,69	398,69	52,25	0,81
4	0,0195	105,99	20,00	117,75	398,69	398,69	398,69	52,26	0,81
5	0,0334	236,66	20,00	117,75	398,69	398,69	398,69	87,22	0,81
6	0,0348	249,22	20,00	117,75	398,69	398,69	398,69	87,23	0,81

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	Q _{h0,1co} q _{h0,1co}	Q _{0,1cwu} q _{0,1cwu}	h _{0,1}	W _{t0,1}	W _{d0,1}	Q _{0,1}	O _{0,1}	DO	%DO
-	GJ MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	249,22 0,0348	4,66 0,0006	0,56	1,00	1,00	449,70	33149,74	---	---
1	34,19 0,0115	4,66 0,0006	4,06	1,00	1,00	13,09	2909,62	30240,12	91,22
2	100,33 0,0189	4,66 0,0006	4,06	1,00	1,00	29,40	6534,61	26615,14	80,29
3	104,10 0,0193	4,66 0,0006	4,06	1,00	1,00	30,33	6741,10	26408,64	79,66
4	105,99 0,0195	4,66 0,0006	4,06	1,00	1,00	30,80	6844,50	26305,24	79,35
5	236,66 0,0334	4,66 0,0006	4,06	1,00	1,00	63,02	14005,99	19143,75	57,75
6	249,22 0,0348	4,66 0,0006	4,06	1,00	1,00	66,12	14694,61	18455,13	55,67

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Minimalna kwota kredytu ^{*)}	Premia termomodernizacyjna
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]
1.	225922,46	30240,12	97,09	112961,23	36147,59
2.	166415,53	26615,14	93,46	83207,76	26626,48
3.	120070,36	26408,64	93,25	60035,18	19211,26
4.	114258,61	26305,24	93,15	57129,30	18281,38
5.	76039,10	19143,75	85,99	38019,55	12166,26
6.	51660,00	18455,13	85,30	25830,00	8265,60

*) Minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy.

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	225922,46 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	3517118,58 zł	
- planowana kwota kredytu	---	0,00 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	36147,59 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	30240,12 zł	tj. 91,22 %

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

<p>P1</p> <p>Usprawnienie: Modernizacja przegrody Dach</p> <p>Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 22 cm</p> <p>Zastosowany materiał izolacji termicznej: Podkład wełna 035</p> <p>Uwagi:</p> <p>Dla przegrody stropodach proponuje się granulowaną wełnę mineralną o grubości 22 cm, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,15 W/m²K.</p>

<p>P2</p> <p>Usprawnienie: Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie</p> <p>Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 10 cm</p> <p>Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 200-036 PODŁOGA</p> <p>Uwagi:</p> <p>Dla przegrody podłoga na gruncie proponuje się granulowaną styropian o grubości 10 cm, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,3 W/m²K.</p>

<p>P3</p>

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 13 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Austrotherm EPS FASADA PREMIUM

Uwagi:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 13 cm przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,191 W/m²K. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić niezbędne roboty towarzyszące typu: instalacja odgromowa, parapety obróbka blacharska, daszki oraz inne niezbędne do wykonania prac termomodernizacyjnych.

O1

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

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

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

Uwagi:

kompleksowa wymiana drzwi zewnętrznych poprawi komfort cieplny w budynku

O2

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:

nowe drzwi zewnętrzne poprawią komfort cieplny w budynku.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. grzejniki niskotemperaturowe z głowicami termostatycznymi
2. nowa instalacja centralnego ogrzewania

Uwagi:

Wymiana kotła grzewczego na pompę ciepła poprawi komfort cieplny w budynku, oraz zlikwiduje niską emisję, Zastosowanie pompy ciepła znacząco obniży emisję dwutlenku węgla.