

AUDYT ENERGETYCZNY

**Dla zadania pn. „Termomodernizacja
budynku Szkoły w Niwiskach”**

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1950
1.3 INWESTOR Gmina Galewice	Gmina Galewice ul. Wieluńska 5 98-405 Galewice	1.4 Adres budynku	
		Niwiska 22 98-405 Galewice 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 Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1833, wpis do rejestru MliR nr 9342		 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Łódź		Data wykonania opracowania	Marzec 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	2	2
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	3785,10	3785,10
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	661,80	661,80
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	127,46	127,46
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	2,00	2,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	140,00	140,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,39	0,39
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	1,13; 0,20	0,20; 0,20
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,13; 0,15; 1,28	0,13; 0,15; 0,15
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,78; 0,31	1,78; 0,31
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,30; 1,30	1,30; 1,30
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,50; 1,50	1,50; 1,50
2.2.7.	Ściany na gruncie	1,01; 0,23	0,20; 0,23
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,650	0,900
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,900	0,900
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,820	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	0,960	0,960
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,850	0,850
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	Stan po

		termomodernizacją	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 [m³/h]	5502,65	5502,65
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,45	1,45
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	127,23	87,15
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie cwu [kW]	3,90	3,90
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	576,41	228,95
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1201,60	321,20
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	32,55	32,55
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/(m²rok)]	241,94	96,10
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	504,35	134,82
2.6.10* *	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	96,13
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	57,72	85,32
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 m³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m³]	57,64	57,64
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 m² powierzchni użytkowej [zł/(m²·m-c)]	8,73	3,45
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			
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]			71,34

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

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

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

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

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

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

3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
4. PN-82/B-02402 - Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

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

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

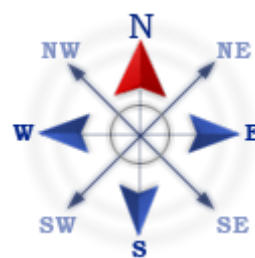
Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	3785,10 m ³
Kubatura ogrzewania	-	3785,10 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	661,80 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	127,46 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,39 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	745,50 m ²
Ilość mieszkań	-	2,00
Ilość mieszkańców	-	140,00

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	1,13; 0,20	W/(m ² ·K)
Dach/stropodach	0,13; 0,15; 1,28	W/(m ² ·K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² ·K)
Okna	1,30; 1,30	W/(m ² ·K)
Drzwi/bramy	1,50; 1,50	W/(m ² ·K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² ·K)
Ściany na gruncie	1,01; 0,23	W/(m ² ·K)
Podłogi na gruncie	1,78; 0,31	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	57,72 zł/GJ	85,32 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

Oплата за 1 GJ	138,90 zł/GJ	138,90 zł/GJ
Oплата за 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
Obliczenia opłaty za 1 GJ energii na ogrzewanie w przypadku ogrzewania indywidualnego - Źródło ogrzewania		
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Źródło ogrzewania 100%		
Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane w latach 1980-2000 Paliwo - węgiel kamienny	$h_{H,g} = 0,650$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$h_{H,d} = 0,900$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej miejscowej	$h_{H,e} = 0,820$
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 $h_{H,tot} = h_{H,g}h_{H,d}h_{H,e}h_{H,s} =$		0,480
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: 25%
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)	$h_{W,g} = 0,960$
Przesył ciepłej wody	Kompaktowy węzeł cieplny dla pojedynczego lokalu mieszkalnego bez obiegu cyrkulacyjnego	$h_{W,d} = 0,850$
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. $h_{W,tot} = h_{W,g}h_{W,d}h_{W,s}h_{W,e} =$		0,694
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	5502,65	

Krotność wymian powietrza	1,45
---------------------------	------

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
Ściana zewnętrzna	Ściana zewnętrzna szkoły zbudowana z cegły dziurawki obustronnie otynkowana. Przegroda nie spełnia wymagań cieplnych warunków technicznych przegród zewnętrznych dla roku, 2021 dlatego proponuje się ocieplić istniejącą przegrodę.
Ściana na gruncie	Ściana na gruncie murowana, nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie w budynku szkoły wykonana, jako betonowa na podkładzie piaskowym. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Dach sala gimnastyczna 1	Dach nad salą gimnastyczną pokryty blachą ocieplony wełną mineralną. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Dach sala gimnastyczna 2	Dach nad częścią zaplecza sportowego pokryty blachą ocieplony wełną mineralną. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Podłoga na gruncie sala gimnastyczna	Podłoga na gruncie sali gimnastycznej wykonana, jako betonowa na podkładzie piaskowym. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Ściana na gruncie sala	Ściana zewnętrzna na gruncie sali gimnastycznej murowana i ocieplona styropianem. Przegroda w dobrym stanie technicznym nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Dach szkoła	Stropodach żelbetowy pokryty papą bez warstwy ocieplenia. Przegroda nie spełnia wymagań cieplnych warunków technicznych przegród zewnętrznych dla roku, 2021 dlatego proponuje się ocieplić istniejącą przegrodę.
Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	Ściana zewnętrzna sali gimnastycznej murowana i ocieplona styropianem. Przegroda w dobrym stanie technicznym nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Drzwi zewnętrzne DZ 1 sala	Drzwi zewnętrzne sali gimnastycznej szczelne i w dobrym stanie technicznym, nie podlegają wymianie termomodernizacyjnej.
Drzwi zewnętrzne DZ 1	Drzwi zewnętrzne w szkole szczelne i w dobrym stanie technicznym, nie podlegają wymianie termomodernizacyjnej.
Okno zewnętrzne OZ 1 sala	Okna zewnętrzne sali gimnastycznej szczelne i w dobrym stanie technicznym, nie podlegają wymianie termomodernizacyjnej.
Okno zewnętrzne OZ 1	Okna zewnętrzne szkoły szczelne i w dobrym stanie technicznym, nie podlegają wymianie termomodernizacyjnej.
System grzewczy	Aktualnie budynek jest zasilany z kotła grzewczego węglowego - opalany głównie miałem kocioł firmy GOM-MET. Grzejniki płytowe typu Purmo instalacja nowa w dobrym stanie technicznym.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda użytkowa pochodzi z podgrzewaczy elektrycznych przepływowych i pojemnościowych. Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.

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 szkoła

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Granulat z wełny szklanej Granulat, $\lambda = 0,039 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	492,27 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	492,27 m²	
Stopniodni: 3592,06 dzień·K/rok	$t_{wo} = \mathbf{20,00} \text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{zo} = \mathbf{-18,00} \text{ }^{\circ}\text{C}$

		Stan istniejący	Wariant numer				
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	Wariant 1.4
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	57,72	85,32	85,32	85,32	85,32	85,32
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	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	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	19	21	23	25	27
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,275	0,177	0,162	0,150	0,139	0,130
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,78	5,66	6,17	6,68	7,19	7,71
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,87	5,38	5,90	6,41	6,92
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	194,79	27,01	24,77	22,86	21,23	19,82
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0239	0,0033	0,0030	0,0028	0,0026	0,0024

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 23 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody stropodach proponuje się granulat z wełny mineralnej o grubości 23 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 Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-031FASADA, $\lambda = 0,031$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	504,71 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	504,71 m²	
Stopniodni: 3592,06 dzień·K/rok	$t_{wo} =$ 20,00 °C	$t_{zo} =$ -18,00 °C

	Stan istniejący	Wariant numer				
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	Wariant 1.4
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	57,72	85,32	85,32	85,32	85,32
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	12	13	14
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,130	0,226	0,210	0,197	0,185
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,89	4,43	4,76	5,08	5,40
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,55	3,87	4,19	4,52
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	176,96	35,33	32,93	30,84	29,00
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0217	0,0043	0,0040	0,0038	0,0036

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

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 0,20 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.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Modernizacja przegrody Ściana na gruncie

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styrodur - Polistyren ekstrudowany, $\lambda = 0,030$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	122,60 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	122,60 m²	
Stopniodni: 3592,06 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer				
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	Wariant 1.4
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	57,72	85,32	85,32	85,32	85,32	85,32
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	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	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	10	11	12	13	14
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,006	0,231	0,215	0,200	0,188	0,177
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,99	4,33	4,66	4,99	5,33	5,66
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,33	3,67	4,00	4,33	4,67
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	38,27	8,79	8,16	7,62	7,14	6,72
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0047	0,0011	0,0010	0,0009	0,0009	0,0008

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

Dla przegrody ściana na gruncie proponuje się Styrodur (polistyren ekstrudowany) o grubości 12 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,20 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić roboty towarzyszące typu: rozbiórki opaski wokół budynku, wykopy niezbędne do ocieplenia przegrody i osuszenie ścian, przemurowanie rys, wymiana uszkodzonych elementów, uzupełnienie odspojonych tynków

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

Brak działań termomodernizacyjnych

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	$[\text{m}^2]$	745,50
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 $\eta_{w,g}$	$[-]$	0,96
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	$[-]$	0,85
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	$[-]$	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	$[\text{GJ}/\text{rok}]$	32,55
Max moc cieplna q_{cwu}	$[\text{kW}]$	3,90

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]	57,72	85,32
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]	576,41	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,1272	
Sprawność systemu grzewczego	0,480	0,713

Informacje uzupełniające:

Proponuje się zamontowanie zbiornika zewnętrznego na biomasę oraz wymianę kotła grzewczego na nowoczesny opalany biomasą.

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych η oraz współczynników w
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,900
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,900
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,880
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	0,713

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

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:
Kocioł na biomasę
Modernizacja kotłowni
Zbiornik na biomasę

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 kotła grzewczego na biomasę wraz ze zbiornikiem zewnętrznym
Ulepszenie sprawności przesyłu h_d	Brak proponowanych ulepszeń.
Ulepszenie sprawności regulacji h_e	Brak proponowanych ulepszeń.
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

7.3. 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 cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,1272	576,41	19,62	661,80	3785,10	3785,10	3785,10	33,61	0,39
1	0,0872	228,95	19,62	661,80	3785,10	3785,10	3785,10	22,33	0,39
2	0,0883	237,85	19,62	661,80	3785,10	3785,10	3785,10	23,33	0,39
3	0,1062	391,28	19,62	661,80	3785,10	3785,10	3785,10	28,05	0,39
4	0,1272	576,41	19,62	661,80	3785,10	3785,10	3785,10	33,61	0,39

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach szkoła**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 23 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Granulat z wełny szklanej Granulat

Uwagi:

Dla przegrody stropodach proponuje się granulat z wełny mineralnej o grubości 23 cm przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,15 W/m²K.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 13 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-031FASADA

Uwagi:

Dla przegrody ściana zewnętrzna proponuje się płyty styropianowe o grubości 13 cm przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,20 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.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana na gruncie**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styrodur - Polistyren ekstrudowany

Uwagi:

Dla przegrody ściana na gruncie proponuje się Styrodur (polistyren ekstrudowany) o grubości 12 cm. Ze względu na charakter obiektu budynek użyteczności publicznej, przyjęto minimalną wymaganą wartość współczynnika przenikania ciepła na poziomie 0,20 W/m²K. Można zastosować inny materiał izolacyjny, który nie zmieni wyniku końcowego współczynnika przenikania ciepła U. Należy przewidzieć, że podczas prac termomodernizacyjnych mogą wystąpić roboty towarzyszące typu: rozbiórki opaski wokół budynku, wykopy niezbędne do ocieplenia przegrody i osuszenie ścian, przemurowanie rys, wymiana uszkodzonych elementów, uzupełnienie odspojonych tynków

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Kocioł na biomasę
2. Modernizacja kotłowni
3. Zbiornik na biomasę

Uwagi:

Proponuje się zamontowanie zbiornika zewnętrznego na biomasę oraz wymianę kotła grzewczego na nowoczesny opalany biomasą.