

Audyt energetyczny budynku



Obiekt analizowany:

Szkoła Podstawowa
miejsowość: **Dźwierzno Małe**
adres: **Dźwierzno Małe 8**
kod: **89 – 310 Łobżenica**
województwo: **wielkopolskie**

Opracowano zgodnie z rozporządzeniem 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

Wykonał:

mgr inż. **Mirosław Młynarek**
uprawnienia budowlane
nr KUP/051/PWOK/15
do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Nakło nad Notecią, sierpień 2020

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj Budynku	Budynek Użyteczności Publicznej - Szkoła Podstawowa	1.2 Rok budowy	1999
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Łobżenica ul. Sikorskiego 7 89-310 Łobżenica tel. 67 286 81 00 / 67 286 81 39	1.4 Adres budynku Dźwierszno Małe 8 89-310 Łobżenica powiat: pilski województwo: wielkopolskie	
2. Nazwa, adres i nr REGON podmiotu wykonującego audyt:			
Pracownia Projektowo-Inwestycyjna M-Bud Mirosław Młynarek ul. Kościelna 8 89-100 Nakło nad Notecią Regon: 341374647			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Mirosław Młynarek uprawnienia budowlane: KUP/0051/PWOK/15			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowywaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego	
1	Piotr Młynarek upr. KUP/0059/PWOS/14	Cześć instalacyjna audytu	
5. Miejscowość: Nakło data wykonania opracowania: sierpień 2020			
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			
9. Załączniki.			

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna murowana	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	3986,19	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1298,50	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	-	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1298,50	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	180,0	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralny	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralny	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,33	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	0,31; 0,22	0,19; 0,22
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,23	0,14
3.	Strop nad piwnicą	2,01	2,01
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,47; 0,48	0,47; 0,48
5.	Okna, drzwi balkonowe	2,9	0,9
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,6	1,3
7.	Stropy wewnętrzne	2,01;2,01;0,23	2,01;2,01;0,23
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,98
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,97
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,98
4.	Sprawność akumulacji	0,93	1
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,88	0,88

2.	Sprawność przesyłu [-]	0,7	0,75
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,0	1,0
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,62	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	Naturalna	Naturalna
2.	Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	Przewody kominowe grawitacyjne, stolarka okienna i drzwiowa	Przewody kominowe grawitacyjne, stolarka okienna i drzwiowa, nawiewniki higrosterowalne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	3986,19	3986,19
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1	1
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	93,54	69,58
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	4,53	4,53
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	376,07	176,57
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	455,83	228,25
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	102,95	66,49
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	558,57 (c.o.+c.w.u. łącznie)	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² · rok)]	80,45	37,77
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² · rok)]	97,51	55,46
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%] Instalacja fotowoltaiczna 10 kW projektowana do montażu na dachu budynku (obliczenia w załączniku do audytu).	0	34,10%

7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	108,33	94,44
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW m-c]	-	-
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	24,62	16,66
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [zł/(MW m-c)]	0	0
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	2,76	1,46
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0	0
7.	Inne [zł]	0	0
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	702035,50	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	49,92
Planowane koszty całkowite [zł]	825924,12	Premia termomodernizacyjna [zł]	140407,1
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	40459,61		

* 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. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowywaniu audytu

3.1 Wstęp

Audyt energetyczny został opracowany na zlecenie Urzędu Miejskiego Gminy Łobzenica. Opracowanie jest wykonane zgodnie z metodologią zawartą w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z późniejszymi zmianami oraz Ustawy z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów. Podstawowe cele opracowania audytu energetycznego oraz wytyczne od Inwestora to: obniżenie emisji CO₂, obniżenie kosztów ogrzewania budynku, zmniejszenie zużycia energii końcowej budynku, wykorzystanie pomocy zewnętrznej na warunkach określonych w RPO WW 2014-2020 Działanie 3.2 Poprawa efektywności energetycznej w sektorze publicznym i mieszkaniowym.

Maksymalna wielkość środków własnych Inwestora wynosi – 124000zł

Maksymalna kwota dotacji: - 702035,50 zł

3.2 Materiały i dane źródłowe do audytu:

- Inwentaryzacja budynku
- Dokumentacja projektowa budynku
- Zestawienie zużycia kosztów oleju opałowego
- Informacje udzielone przez Zamawiającego
- Audyt energetyczny sporządzony przez Mariusza Woźniaka

3.3. Akty prawne

- 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;
- 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;
- Ustawa z 21 listopada 2008r. O wspieraniu termomodernizacji i remontów (DZU z 2014r. poz.712 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DZU z 2002r. Poz. 690);
- 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.,
- Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami ;
- PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego;
- PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania;
- PN-EN ISO 13790 – Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia;
- PN-82/B-02402 -Ogrzewnictwo. Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach;
- PN-82/B-02403 -Ogrzewnictwo. Temperatury obliczeniowe zewnętrzne,
- PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

4a. Ogólne dane techniczne budynku

Własność	Gmina Łobzenica
Lokalizacja	Dźwierszno Małe 8 89-310 Łobzenica dz. 326
Funkcja budynku	Budynek użyteczności publicznej, szkoła podstawowa
Usytuowanie	wolnostojący
Rok budowy	1999
Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna
Kubatura części ogrzewanej	3986,19 m ³
Powierzchnia netto budynku	1298,5 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	0,0 m ²
Powierzchnia zabudowy	984,0m ²
Współczynnik kształtu	0,33 m ⁻¹
Budynek podpiwniczony	Częściowo
Liczba kondygnacji	3
Liczba użytkowników	180
Liczba mieszkań	0

4b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek będący przedmiotem niniejszego opracowania powstał w latach dziewięćdziesiątych. Budynek Szkoły jest budynkiem jednokondygnacyjnym z poddaszem użytkowym, częściowo podpiwniczony, segment główny o wymiarach 38,03 x 18,32 m i wysokości 11,25 m segment dydaktyczny 23,14 x 16,98 m i wysokości 8,81 m. Konstrukcja budynku w technologii tradycyjnej murowanej, dachy strome. Założono układ ściany jako trójwarstwowy tj. tynk wewnętrzny, warstwa nośna, warstwa ocieplenia, warstwa obmurówki. Stropy stanowią płyty kanałowe prefabrykowane. Budynek jest podłączony do sieci wodociągowej, energetycznej i kanalizacji.

Dane techniczne budynku:

- powierzchnia zabudowy - 984,0 m²
- kubatura - 6409 m³

Obiekt jest użytkowany od poniedziałku do piątku w godz. od 7-17.

4c. Zestawienie charakterystyk przegród budowlanych

Ściany na gruncie	0,22 [W/m ² *K]
Ściany zewnętrzne	0,22; 0,31 [W/m ² *K]
Strop nad piwnicą	2,01 [W/m ² *K]
Stropy wewnętrzne	2,01 [W/m ² *K]
Dach / stropodach	0,23 [W/m ² *K]
Podłogi na gruncie	0,47 ; 0,48 [W/m ² *K]
Okna	2,9 [W/m ² *K]
Okna połaciowe	-
Drzwi / bramy	2,6 [W/m ² *K]

4d. Charakterystyka energetyczna budynku			
Lp	Rodzaj danych	Stan obecny	
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	kW	93,54
2	Zamówiona moc cieplna	kW	-
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	GJ	376,07
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	GJ	455,83
5	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² · rok)]	80,45
6	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² · rok)]	97,51
4e. Charakterystyka systemu ogrzewania			
Lp.	Parametry	Stan obecny	
1.	Sposób ogrzewania	Budynek zasilany z lokalnej kotłowni, źródłem ciepła jest tradycyjny kocioł olejowy	
2.	Parametry instalacji	75/55 °C	
3.	Instalacja c.o.	Instalacja wodna dwururowa, wykonana z rur stalowych z rozdziałem dolnym, pracująca w układzie zamkniętym, grzejniki płytowe stalowe, grzejniki częściowo osłonięte, częściowo wyposażone w zawory termostaticzne	
4.	Sprawność poszczególnych elementów systemu grzewczego	Wytwarzanie	$\eta_g = 0,91$
		Przesyłu ciepła	$\eta_d = 0,96$
		Sprawność regulacji	$\eta_e = 0,82$
		Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_s = 0,93$
		Sprawność całkowita	$\eta_0 = 0,666$
5.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu	5	
6.	Przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby	8 godzin	
7.	Modernizacja instalacji po 1984r.	Instalacja została wybudowana po 1984r.	
4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej			
Lp.	Parametry	Stan obecny	
	Instalacja c.w.u.	Instalacja centralna, zasobnik c.w.u. zlokalizowany w kotłowni, układ wyposażony w cyrkulację, zasobnik jest ładowany z kotła	

		olejowego.	
Sprawność poszczególnych elementów systemu przygotowania i dystrybucji c.w.u.	Wytwarzanie	$\eta_g = 0,88$	
	Przesyłu c.w.u.	$\eta_d = 0,7$	
	Sprawność regulacji	$\eta_e = 1,0$	
	Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_s = 0,62$	
	Sprawność całkowita	$\eta_w = 0,382$	

4g. Sprawność systemu wentylacji

Rodzaj wentylacji	naturalna (grawitacyjna)
Strumień powietrza wentylacyjnego	3986,19 m ³ /h
Ilość wymian powietrza 1/h	1

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

Istniejące ściany budynku nie spełniają norm izolacyjności cieplnej. Ściany budynku są wykonane w technologii tradycyjnej murowanej. Współczynnik przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych wynosi 0,31 W/m²K, nie spełnia aktualnych wymagań Warunków technicznych dotyczących ochrony cieplnej budynków $U_{max} = 0,20$ [W/m²K]. Stolarka okienna drewniana w złym stanie technicznym, stwierdzono liczne nieszczelności. Stolarka drzwiowa wykonana z PCV nie spełniająca wymogów maksymalnego współczynnika przenikania ciepła, wymagana wymiana stolarki okiennej i drzwiowej o współczynniku przenikania ciepła $\leq 0,9$ [W/m²K] dla okien i 1,3 [W/m²K] dla drzwi zewnętrznych. Ściana zewnętrzna – pomieszczenia piwnicy Istniejąca ściana zewnętrzna piwnic posiada współczynnik przenikania ciepła przegrody $U_{max} < 0,45$ [W/m²K] i spełnia wymagania WT'2019, Obecny współczynnik przenikania ciepła połaci dachowej wynosi 0,23 [W/m²K], jest wyższy od wymaganego 0,15 [W/m²K] - należy wykonać docieplenie połaci dachowej. Ogrzewanie – instalacja jest zasilana z kotła olejowego marki Viessmann Paromat Simplex PS 013 o mocy 130 kW, rok produkcji 1998, zbiorniki na olej w sąsiednim pomieszczeniu – stan dobry, grzejniki płytowe stalowe wyposażone w głowice termostaticzne - stan głowic słaby (lub zostały zdemontowane) – należy dokonać wymiany. Należy wykonać płukanie chemiczne instalacji c.o. wraz z jej regulacją. Przewiduje się wymianę istniejącego kotła na kocioł olejowy kondensacyjny wraz z przebudową kotłowni. W związku z planowaną instalacją fotowoltaiczną przewiduje się wymianę zasobnika c.w.u. w kotłowni, na zasobnik posiadający dodatkowo grzałkę elektryczną.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

6.1 Modernizacja przegrody Dach

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta warstwowa gr. 70mm, $\lambda = 0,028$ [W/(m•K)]; Wariant 2, Płyta warstwowa gr. 80mm, $\lambda = 0,028$ [W/(m•K)];
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	570,52m ²
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	570,52m ²

Stopniodni: 3700,70 dzień•K/rok	$t_{wo} = 20,0 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -18,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
---------------------------------	---	--

	Stan istniejący	Wariant nr	
		Wariant 1	Wariant 2
Opłata za 1 GJ Oz zł/GJ	108,33	94,44	94,44
Opłata za 1 MW Om zł/(MW•m-c)	0,0	0,0	0,0
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b cm	-	7	8
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	0,235	0,148	0,141
Opór cieplny R (m ² K)/W	4,26	6,76	7,12
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R (m ² K)/W	-	2,5	2,86
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	42,82	26,98	25,63
Zapotrzebowanie na moc cieplną q [MW]	0,0051	0,0032	0,0030
Roczna oszczędność kosztów Δ O zł/rok	-	2920,75	3152,5
Cena jednostkowa usprawnienia K j [zł/m ²]	-	191,36	195,19
Koszt realizacji usprawnienia Nu [zł]	-	234284,89	246972,55
Prosty czas zwrotu SPBT [lata]	-	80,21	78,3

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 246972,55 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 78,30 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 8 cm

Informacje uzupełniające:

Płyty dachowe warstwowe z rdzeniem poliuretanowym z okładziną z blachy stalowej ocynkowanej po wcześniejszym demontażu istniejącej poszycia z płyt bitumicznych onduro. Wykonanie nowych obróbek blacharskich. Montaż nowych parapetów zewnętrznych, rynien i rur spustowych.

Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

6.2 Modernizacja przegrody ściany zewnętrzne		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian gr. 7 cm $\lambda = 0,036$ Wariant 2, Styropian gr. 9 cm $\lambda = 0,036$	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	570,52m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	570,52m ²	
Stopniodni: 3700,70 dzień•K/rok	$t_{wo} = 20,0$ °C	$t_{zo} = -18,0$ °C
	Wariant 1	Wariant 2
Opłata za 1 GJ Oz	45,48	45,48
Opłata za 1 MW Om	0,00	0,00
Inne koszty, abonament A_b	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	7	9
Współczynnik przenikania ciepła U	0,193	0,174
Opór cieplny R	5,19	5,74
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	1,94	2,50
Straty ciepła na przenikanie Q	39,95	36,09
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	0,0047	0,0043
Roczna oszczędność kosztów ΔO	3730,78	3906,57
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	129,00	138,03
Koszty realizacji usprawnienia N_u	142826,73	170024,6
Prosty czas zwrotu SPBT	38,23	43,52
Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1		
Charakterystyka wariantu optymalnego:		
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 142826,73 zł		
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 38,23lat		
Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 7 cm		
Informacje uzupełniające:		
Docieplenie systemowe ścian zewnętrznych płytami styropianowymi o współczynniku $\lambda = 0,036$ [W/mK], grub. 7 [cm] metodą "lekką-mokrą" z pokryciem wyprawą z tynku akrylowego o fakturze nakrapianej, grubości 3,0 mm z kosztem rusztowań. Wykonanie nowych obróbek blacharskich. Montaż nowych parapetów zewnętrznych, rynien i rur spustowych.		

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

6.3.1 Modernizacja przegrody Okna zewnętrzne

Wariant nr 1 Okna o $U=0,9$ W/(m²K)

Wariant nr 2 Okna o $U=0,8$ W/(m²K)

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 3659,42 m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 242,30m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 242,30m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 242,30m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie $c_r = 1,0$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna ($a > 4$)
 Stopniodni: 3564,03 dzień•K/rok $\theta_i = 19,40^\circ\text{C}$ $\theta_e = -18,00^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant	
		1	2
Oplata za 1 GJ Oz zł/GJ	108,33	94,44	94,44
Oplata za 1 MW Om zł/(MW•m-c)	0,0	0,0	0,0
Współczynnik c_m	1,5	1,0	1,0
Współczynnik c_r	1,3	1,0	1,0
Współczynnik a	-	-	-
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	2,9	0,9	0,8
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	719,33	325,08	317,62
Zapotrzebowanie na moc cieplną q [MW]	0,0961	0,0547	0,0538
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/rok]	-	44279,75	44619,09
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	-	900,0	1050,0
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok [zł]	-	275228,31	315933,03
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw [zł]	-	0,0	0,0
Prosty czas zwrotu SPBT [lata]	-	6,21	7,08

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 275228,31 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 6,21 lat

Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Wymiana starych, nieszczelnych okien drewnianych na szczelne okna PCV o współczynniku $U_{max} = 0,90$ [W/m²K]. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

6.3.2 Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 3659,42 m³/h
 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 15,38m²
 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 15,38m²
 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 15,38m²
 Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00
 Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)
 Stopniodni: 3564,03 dzień•K/rok θi = 19,40°C θe = -18,00°C

	Stan ist Istniejący	Wariant	
		1	2
Opłata za 1 GJ Oz zł/GJ	108,33	94,44	94,44
Opłata za 1 MW Om zł/(MW•m-c)	0,0	0,0	0,0
Współczynnik c _m	1,35	1,0	1,0
Współczynnik c _r	1,2	1,0	1,0
Współczynnik a	-	-	-
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	2,6	1,3	1,1
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	38,25	1,3	1,1
Zapotrzebowanie na moc cieplną q [MW]	0,0071	0,0049	0,0048
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/rok]	-	2458,77	2501,20
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	-	950,0	1150,0
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok [zł]	-	27971,53	31755,01
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw [zł]	-	0,0	0,0
Prosty czas zwrotu SPBT [lata]	-	11,36	12,69

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 27971,53 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 11,36 lat

Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Wymiana drzwi zewnętrznych do budynku na drzwi docieplone o współczynniku U_{max} = 1,30 [W/m²K]. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

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	Wariant 2
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie [zł/GJ]	108,33	94,44	55,55
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie [zł/MW]	-	-	-
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło [GJ]	376,07		
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,09		
Sprawność systemu grzewczego	0,71	0,94	0,55
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	-	19596,77	25266,8
Koszt modernizacji [zł]	-	123700	285350,20
SPBT [lat]	-	6,31	11,29

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant 1
 Charakterystyka wariantu optymalnego:
 Koszt realizacji wariantu optymalnego: 123700,00 zł
 Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 6,31 lat

6.4.2 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

	Stan istniejący	Wariant 1
Ciepło właściwe wody c_w [kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody ρ_w [kg/m ³]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w [°C]	45	45
Temperatura zimnej wody θ_o [°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny k_R [-]	-	-
Ilość użytkowników budynku	180	180
Jednostkowe zapotrzebowanie na c.w.u. /osobę [m ³]	0,008	0,008
Czas użytkowania T [h]	18,0	18,0
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h [-]	1,8	1,8
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	0,88	0,88
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	0,7	0,75
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	0,62	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} [GJ/rok]	102,95	74,80

6.4.3 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

	stan istniejący	Wariant I
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	108,33	94,44

Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu [zł/MW]	-	-
Inne koszty, abonament [zł]	-	-
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	-	4040,79
Koszt modernizacji N_u [zł]	-	9225,0
SPBT [lat]	-	2,28

6.4.4 Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego oraz przygotowania c.w.u.

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,98
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,97
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,9
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	0,85
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,95
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,69

6.4.5 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Koszty [zł]
Kotłownia z kotłem olejowym kondensacyjnym	85000,00
Projekt technologii kotłowni	5500,00
Montaż głowic termostatycznych	9200,00
Płukanie chemiczne istniejącej instalacji z regulacją hydrauliczną	24000,00
Razem	123700,00

6.4.6 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Kotłownia na kocioł olejowy kondensacyjny, z automatyką
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Wymiana głowic termostatycznych w istniejących grzejnikach. Płukanie chemiczne instalacji z regulacją hydrauliczną. Koszty określono na podstawie kalkulacji własnej w oparciu o ceny rynkowe.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Nie przewiduje się działań termomodernizacyjnych.
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu	Planuje się wyposażenie kotłowni w nowoczesną

w_t i w_d	automatykę umożliwiającą programowanie przerw w ogrzewaniu
---------------	--

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,

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Szacowane nakłady inwestycyjne [zł]	SPBT [lat]
1	Modernizacja przegrody okna zewnętrzne	275228,31	6,21
2	Modernizacja przegrody drzwi zewnętrzne	27971,53	11,36
3	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	9225,0	2,28
4	Modernizacja systemu c.o.	123700	6,31
5	Modernizacja przegrody ścian	142826,73	38,28
6	Modernizacja przegrody dach	246972,55	78,3

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Modernizacja	Koszt
1	Modernizacja przegrody okna zewnętrzne	275228,31
2	Modernizacja przegrody drzwi zewnętrzne	27971,53
3	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	9225,0
4	Modernizacja systemu c.o.	123700
5	Modernizacja przegrody ściana zewnętrzna	142826,73
6	Modernizacja przegrody dach	246972,55
Nakłady inwestycyjne		825924,12

Wariant 2		
	Modernizacja	Koszt
1	Modernizacja przegrody okna zewnętrzne	275228,31
2	Modernizacja przegrody drzwi zewnętrzne	27971,53
3	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	9225,0
4	Modernizacja systemu c.o.	123700
5	Modernizacja przegrody ściany zewnętrzne	142826,73
Nakłady inwestycyjne		578951,57

ogrzewanych								
kubatura pomieszczeń ogrzewanych	m ³	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19
kubatura budynku	m ³	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19
kubatura przestrzeni ogrzewanej	m ³	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19	3986,19
wskaźnik cieplny budynku	W/m ³	47,17	22,15	24,15	26,99	27,76	47,17	47,17
stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej A/V	l/m	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33

7.4 Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant		0	1	2	3	4	5	6
Q _{0,1,co}	GJ	529,67	187,84	204,85	228,97	235,48	400,07	400,07
Q _{0,1,cwu}	GJ	302,79	118,73	118,73	118,73	118,73	118,73	302,79
η _{0,1}		0,7	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
W _{0,1}		0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
W _{0,1}		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Q _{0,1}		537,24	187,84	204,85	228,96	235,48	400,07	400,07
O _{0,1}		58199,21	17739,60	19346,03	21622,98	22238,73	37782,61	37782,61
ΔO			40459,61	38853,18	36576,23	35960,48	20416,6	20416,6
%ΔO			69,52	66,76	62,85	61,79	35,08	35,08

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO [zł]	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię [%]	Planowana kwota środków własnych [zł]			Premia termmodernizacyjna [zł]
				Planowana kwota kredytu [zł]			
1	825924,12	40459,61	63,17	124000,00	15,0	%	173444,07
				701924,12	85,0	%	
2	578951,57	38853,18	61,13	124000,00	21,4	%	121579,83
				454951,57	78,6	%	
3	436124,84	36576,23	58,23	124000,00	28,4	%	91586,22
				312124,84	71,6	%	

4	408153,31	35960,48	57,45	124000,00	30,4	%	85712,2
				284153,31	69,6	%	
5	132925	20416,6	37,68	124000	93,3	%	27914,25
				8925	6,7	%	
6	123700	20416,6	15,57	124000	100	%	25977
				0	0	%	

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1, ponieważ:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 25%

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 124 000,00 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Minimalna kwota własna (15%) [zł] 123 888,62

Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 63,17

Maksymalna kwota dotacji (85%) [zł] 702035,50

Planowane koszty całkowite [zł] 825 924,12

Roczna oszczędność kosztów energii* [zł/rok] 40459,61

Roczna oszczędność kosztów energii [%] 69,52

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody ściany zewnętrzne**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 7 cm

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

Uwagi:

Docieplenie systemowe ścian zewnętrznych płytami styropianowymi o współczynniku $\lambda = 0,036$ [W/mK], grub. 7 [cm] metodą "lekką-mokrą" z pokryciem wyprawą z tynku akrylowego o fakturze nakrapianej, grubości 3,0 mm z kosztem rusztowań. Wykonanie nowych obróbek blacharskich. Montaż nowych parapetów zewnętrznych, rynien i rur spustowych. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 8 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta warstwowa gr. 80mm

Uwagi:

Płyty dachowe warstwowe z rdzeniem poliuretanowym z okładziną z blachy stalowej ocynkowanej o współczynniku $\lambda = 0,028$ [W/mK], grub. 8 [cm], po wcześniejszym demontażu istniejącej poszycia z płyt bitumicznych onduro. Wykonanie nowych obróbek blacharskich. Montaż nowych parapetów zewnętrznych, rynien i rur spustowych. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody okna zewnętrzne**

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

Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)

Uwagi:

Wymiana starych, nieszczelnych okien drewnianych na szczelne okna PCV o współczynniku $U_{max} = 0,90$ [W/m²K]. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,300$ W/(m²·K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)

Uwagi:

Wymiana drzwi zewnętrznych do budynku na drzwi docieplone o współczynniku $U_{max} = 1,30$ [W/m²K]. Szacunkowe koszty określono w oparciu o kalkulację własną na podstawie aktualnych cenników Bistyp lub Sekocenbud z uwzględnieniem cen rynkowych.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Przewiduje się zmianę źródła wytwarzania ciepła na kocioł olejowy kondensacyjny, z automatyką oraz wprowadzenie przerw w cyrkulacji, przewiduje się wymianę zasobnika c.w.u. na zasobnik mający lepszą izolację cieplną oraz posiadający grzałkę elektryczną.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Przewiduje się zmianę systemu ogrzewania na kotłownię na kocioł olejowy kondensacyjny, z automatyką . Wymiana głowic termostatycznych. Płukanie chemiczne istniejącej instalacji z regulacją hydrauliczną.

LED

Usprawnienie: **modernizacja oświetlenia**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: wymiana oświetlenia na energooszczędne LED

Uwagi: szczegółowe obliczenia w odrębnym opracowaniu

PV

Usprawnienie: **produkcja energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: instalacja fotowoltaiczna na dachu budynku

9. Załączniki do audytu

1. Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród w stanie istniejącym
2. Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby c.o. i c.w.u.
3. Efekt ekologiczny termomodernizacji budynku
4. Analiza zużycia energii elektrycznej
5. Instalacja fotowoltaiczna
6. Tabela zbiorcza audytu
7. Dokumentacja fotograficzna budynku

Załącznik nr 1. Obliczenie współczynników przenikania ciepła U przegród

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R		
		m	W/(m·K)	m ² ·KW		
1	Ściany zewnętrzne					
	1	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	
	2	Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA	0,070	0,036	1,944	
	3	Tynk mineralny	0,015	1,000	0,015	
	4	Beton komórkowy 0.7	0,120	0,350	0,343	
	5	Styropian	0,080	0,040	2,000	
	6	Beton komórkowy 0.7	0,250	0,350	0,714	
	7	Tynk cementowo-wapienny	0,000	0,900	0,000	
	8	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	
Grubość całkowita i U_k		0,54	-	5,19		
2	Podłoga na gruncie					
	1	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,04	
	2	Wykładzina podłogowa PCW	0,005	0,200	0,025	
	3	Gładź cementowa	0,050	1,100	0,045	
	4	Styropian	0,060	0,040	1,500	
	5	Folia polietylenowa	0,001	0,200	0,005	
	6	Podkład z betonu chudego	0,100	1,200	0,083	
	7	Piasek średni	0,100	0,400	0,250	
	8	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	
Grubość całkowita i U_k		0,32	-	2,12		
Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U _e	
		m	W/(m·K)	m ² ·KW	W/(m ² ·K)	
3	Podłoga na gruncie 2					
	1	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,04	-
	2	Wykładzina podłogowa PCW	0,002	0,200	0,010	-
	3	Gładź cementowa	0,050	1,100	0,045	-
	4	Styropian	0,060	0,040	1,500	-
	5	Folia polietylenowa	0,001	0,200	0,005	-
	6	Podkład z betonu chudego	0,100	1,200	0,083	-

	7	Piasek średni	0,100	0,400	0,250	-
	8	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
Grubość całkowita i U_k			0,31	-	2,10	0,48
4	Strop wewnętrzny					
	1	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,04	-
	2	Wykładzina podłogowa PCW	0,002	0,200	0,010	-
	3	Gładź cementowa	0,040	1,100	0,036	-
	4	Folia polietylenowa	0,001	0,200	0,005	-
	5	Płyta pilśniowa twarda	0,025	0,210	0,119	-
	6	Strop kanałowy	0,240	1,410	0,170	-
	7	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,900	0,017	-
	8	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	Grubość całkowita i U_k			0,32	-	0,50

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
5	Strop wewnętrzny 2					
	1	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,04	-
	2	Wykładzina podłogowa PCW	0,002	0,200	0,010	-
	3	Gładź cementowa	0,040	1,100	0,036	-
	4	Folia polietylenowa	0,001	0,200	0,005	-
	5	Płyta pilśniowa twarda	0,025	0,210	0,119	-
	6	Strop kanałowy	0,240	1,410	0,170	-
	7	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,900	0,017	-
	8	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	Grubość całkowita i U_k		0,32	-	0,50	2,01
6	Strop wewnętrzny, przegroda jednorodna					
	1	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,04	-
	2	Gładź cementowa	0,050	1,100	0,045	-
	3	Styropian	0,160	0,040	4,000	-
	4	Folia polietylenowa	0,001	0,200	0,005	-
	5	Strop kanałowy	0,240	1,410	0,170	-
	6	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,900	0,017	-
	7	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	Grubość całkowita i U_k		0,47	-	4,38	0,23

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
7	Dach, przegroda jednorodna					
	1	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	
	2	Folia dyfuzyjna	0,001	0,200	0,005	-
	3	Dobrze wentylowane warstwy powietrza	0,060	0,000	0,000	-
	4	Płyta warstwowa gr. 80mm	0,080	0,028	2,857	-
	6	Wełna mineralna	0,180	0,045	4,000	-
	7	Folia aluminiowa	0,001	200,000	0,000	-
	8	Płyta gipsowo-kartonowa	0,015	0,250	0,060	-
	9	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)		0,10	-	
Grubość całkowita i U_k		0,35	-	7,18	0,14	
8	Ściana na gruncie, przegroda jednorodna					
	1	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,04	-	
	2	Błoczek betonowy M-6	0,120	0,160	0,750	-
	3	Styropian	0,080	0,040	2,000	-
	4	Błoczek betonowy M-6	0,250	0,160	1,563	-
	5	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-	
Grubość całkowita i U_k		0,45	-	4,48	0,22	

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
9	Ściana zewnętrzna fundament, przegroda jednorodna					
	1	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,04	-	
	2	Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,900	0,017	-
	3	Błoczek betonowy M-6	0,120	0,160	0,750	-
	4	Styropian	0,080	0,040	2,000	-
	5	Błoczek betonowy M-6	0,250	0,160	1,563	-
	6	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-	
Grubość całkowita i U_k		0,47	-	4,50	0,22	
10	Okno zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	0,9
11	Drzwi zewnętrzne, przegroda jednorodna					

Grubość całkowita i U_k	-	-	-	1,3
---------------------------	---	---	---	-----

Załącznik nr 2. Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby c.o. i cwu

UPROSZCZONY RAPORT OBLICZEŃ ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC I ENERGIĘ CIEPLNĄ BUDYNKU

DANE OGÓLNE

Nazwa budynku:	Szkoła Podstawowa w m. Dźwierszno Małe											
Typ budynku:	Oświata											
Rok budowy:	1999											
Miejscowość:	Łobzenica											
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz											
Strefa klimatyczna:	II											
Maksymalna temperatura zewnętrzna θ_e :	-18,0										°C	
Średnia temperatura wewnętrzna θ_i :	20,0										°C	
Temperatury dla poszczególnych miesięcy												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
θ_e [°C]	-0,7	0,0	0,0	6,6	14,2	14,5	17,3	16,4	11,0	8,1	5,2	1,9

GEOMETRIA BUDYNKU

Powierzchnia zabudowy A_g :	984,0	m^2
Powierzchnia netto A_n :	1298,5	m^2
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_r :	1298,5	m^2
Kubatura po obrysie zewnętrznym V_e :	5350,2	m^3
Kubatura netto V :	3986,2	m^3
Kubatura ogrzewana V_f :	3986,2	m^3
Powierzchnia przegród oddzielających budynek od środowiska zewnętrznego i części nieogrzewanej A :	2406,0	m^2
Powierzchnia ścian zewnętrznych $A_{w,e}$:	673,9	m^2
Współczynnik kształtu A/V_e :	0,33	1/m

WSPÓŁCZYNNIKI STRAT CIEPŁA

Średni współczynnik nagrzewania f_{RH} :	4,0	W/m^2
Współczynnik strat ciepła przegród zewnętrznych H_{ie} :	1082,2	W/K
Współczynnik strat ciepła przegród wewnętrznych H_{xy} :	44,2	W/K
Współczynnik strat ciepła od gruntu H_{ig} :	78,0	W/K
Współczynnik strat ciepła od przegród graniczących z środowiskiem nieogrzewanymi H_{iu} :	0,0	W/K
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie H_T :	1160,2	W/K
Współczynnik strat ciepła na wentylacje H_{ve} :	579,9	W/K
Całkowity współczynnik strat ciepła H :	1740,1	W/K

MOC CIEPLNA

Projektowana strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	43,75	kW
Projektowana wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	49,79	kW
Projektowana nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	5,19	kW
Całkowite projektowane obciążenie cieplne Φ_{HL} :	93,54	kW
Projektowana moc źródła ciepła Φ :	93,54	kW
Projektowane obciążenie cieplne na powierzchnię Φ_A :	72,04	W/m ²
Projektowane obciążenie cieplne na kubaturę Φ_V :	23,47	W/m ³

WENTYLACJA – STREFY CIEPLNE

Rodzaj budynku:	Oświata
-----------------	---------

Wentylacja grawitacyjna

Nazwa pomieszczenia/strefy	A_f m ²	V m ³	β -	$V_{ve,1}$ m ³ /h	$b_{ve,1}$ -	$V_{ve,2}$ m ³ /h	$b_{ve,2}$ -	$V_{ve,3}$ m ³ /h	$b_{ve,3}$ -	$V_{ve,4}$ m ³ /h	$b_{ve,4}$ -
Strefa O	1298,50	3986,19	0,20	2617,78	0,20	797,24	0,20	523,56	0,80	797,24	0,80

ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO

Średni strumień wewnętrznych zysków ciepła Φ_{int} :	3,2	W/m ²										
Zyski wewnętrzne Q_{int} :	36399,55	kWh/rok										
Zyski od słońca Q_{sol} :	88641,34	kWh/rok										
Całkowite zyski ciepła $Q_{H,gn}$:	125040,90	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}$:	127416,37	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez wentylację $Q_{H,ve}$:	61343,79	kWh/rok										
Całkowite straty ciepła przez wentylację i przenikanie $Q_{H,ht}$:	188760,16	kWh/rok										
Roczne zapotrzebowanie ciepła na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}$:	104464,40	kWh/rok										
Pojemność cieplna budynku C_m :	337610000,00	J/K										
Stała czasowa τ :	52,56	h										
Czas trwania sezonu grzewczego t_{SG} :	5452,69	h										
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t_{SG} [dni]	31,0	28,0	31,0	26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,2	31,0	30,0	31

Załącznik nr 3. Efekt ekologiczny termomodernizacji budynku

REDUKCJA EMISJI DWUTLENKU WĘGLA CO₂

wyliczono zgodnie z „Metodyką ewidencjonowania głównych efektów ekologicznych” NFOŚiGW
Warszawa, lipiec 2013r. (rozdział 6)

Wyciąg z audytu energetycznego (str.4, poz.2.6.4 i 2.6.5.)

Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Energia końcowa EK			
1	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	455,83	228,25
2	Obliczenie zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody [GJ/rok]	102,95	66,49
Razem:		558,78	325,74

Ogrzewanie c.o. przed i po termomodernizacji:

- olej opałowy 1,10

Ogrzewanie c.w.u. przed termomodernizacji:

- olej opałowy 1,10
- energia elektryczna 3,00
- przyjęto: $(1,10 + 3,00) / 2 = 2,05$

Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją W _{co} = 1,10 W _{cwu} = 2,05	Stan po termomodernizacji W _{co} = 1,1 W _{cwu} = 2,05
Energia pierwotna EP = EK * w_i			
1.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	$455,83 * 1,10 = 501,41$	$228,25 * 1,1 = 251,07$
2.	Obliczenie zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody [GJ/rok]	$102,95 * 2,05 = 211,05$	$66,49 * 2,05 = 136,30$
Razem:		712,46	387,37

Emisja CO₂ dla EP przed termomodernizacją

Centralne ogrzewanie (olej opałowy lekki):

$$501,41 \text{ [GJ/rok]} * 74,10 \text{ [kg/GJ]} / 1000 = 37,15 \text{ [Mg/rok]}$$

Ciepła woda użytkowa (olej opałowy lekki / energia elektryczna):

$$211,05 \text{ [GJ/rok]} * \frac{1}{2} * (74,10 + 225,56) \text{ [kg/GJ]} / 1000 = 31,62 \text{ [Mg/rok]}$$

$$\text{Razem: } 37,15 + 31,62 = 68,77 \text{ [Mg/rok]}$$

Emisja CO₂ dla EP po termomodernizacji:

Centralne ogrzewanie (olej opałowy):

$$251,07 \text{ [GJ/rok]} * 74,1 \text{ [kg/GJ]} / 1000 = 18,60 \text{ [Mg/rok]}$$

Ciepła woda użytkowa (olej opałowy/ energia elektryczna)

$$136,3 \text{ [GJ/rok]} * \frac{1}{2} * (74 + 225,56) / 1000 = 20,41 \text{ [Mg/rok]}$$

$$\text{Razem: } 18,60 + 21,13 = 39,73 \text{ [Mg/rok]}$$

Redukcja emisji CO₂ dla EP: 68,77 – 39,73 = 29,04 [Mg/rok] tj. redukcja o 42,22 %

REDUKCJA EMISJI PYŁU PM10

Redukcję emisji pyłu PM10 wyliczono zgodnie z Instrukcją do sporządzania Studium Wykonalności dla Pod działania 3.2.1. zatwierdzoną przez Zarząd Województwa Wielkopolskiego tj. na podstawie oszczędności energii (cieplnej), wynikającej z audytu energetycznego, w oparciu o wskaźniki emisji pyłu PM10, wg Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska program KAWKA. Wartości emisji zanieczyszczeń zostały przyjęte zgodnie z EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013.

Tabela. Zestawienie redukcji pyłu PM10

budynek/ źródło energii	Zużycie energii cieplnej przed modernizacją (GJ/rok)	miano g/GJ	Emisja pyłu PM10 przed modernizacją (g/rok)	Zużycie energii cieplnej po modernizacji	miano g/GJ	Emisja pyłu PM10 po modernizacji (g/rok)	Redukcja pyłu PM10	kg/rok**	Mg/rok**
				(GJ/rok)			g/rok		
1	2	3	4 =(2x3)	5	6	7=(5x6)	8=(4-7)	9= (8/1000)	10= (9/1000)
Szkoła Podstawowa Dzwierzno Małe 8 olej opałowy → olej opałowy kondensacyjny po termomodernizacji	558,78	3,0	1 676,34	294,74	3	884,22	792,12	0,792	0,000792

Załącznik nr 4. Analiza zużycia energii elektrycznej

Dostawcą (dystrybutorem) energii jest ENEA S.A., taryfa C11, moc umowna 27,0 [kW]
Sprzedawcą energii jest EcoErgia Sp. z o.o. Kraków, taryfa C12a.

Energia elektryczna przeznaczana jest na:

- a) zasilanie urządzeń biurowych oraz IT;
- b) oświetlenie pomieszczeń (żarówki zwykłe oraz świetlówki standardowe w rastrowych lub liniowych oprawach).

Tabela. Zestawienie zużycia energii elektrycznej

Lp.	Zużycie	Należność wg faktury [zakup + dystrybucja]	Średnia cena
	[kWh]	[zł. brutto]	[zł. brutto / MWh]
Średnia/m-c:	2200	1243,52	772,82

W związku z wysokimi rocznymi kosztami zakupu energii elektrycznej w kwocie prawie 15 tys. [zł.brutto/rok] należy rozważyć modernizację oświetlenia na LED-owe oraz montaż instalacji fotowoltaicznej.

Koszty energii elektrycznej

=====

Energia elektryczna:

- Energia elektryczna (zakup): 0,3255 [zł.netto/kWh]
- Opłata jakościowa (dystrybucja): 0,0115 [zł.netto/kWh]
- Opłata zmienna sieciowa (dystrybucja): 0,1536 [zł.netto/kWh]
- -----
- Razem opłaty zmienne: 0,4946 [zł.netto/kWh]

Koszt energii elektrycznej bez opłat stałych: 0,4946 [zł. netto/kWh] – wielkości przyjęte do dalszych obliczeń obniżenia kosztów opłat po zmianie systemu oświetlenia (LED) oraz montażu instalacji fotowoltaicznej.

Załącznik nr 5. Fotowoltaika

Opis proponowanej instalacji

- Instalacja na połaci dachu budynku nowego po stronie S-E (południowo – wschodnia)
- Powierzchnia dachu po stronie S-E: 98 m²
- Kąt nachylenia dachu: 28°
- Powierzchnia brutto panelu fotowoltaicznego: 1,62 [m²]
- Maksymalna liczba modułów: 60 [szt.]
- Liczba projektowanych modułów: 36 [szt.]
- Moc projektowanego pojedynczego modułu: 280,0 [Wp]
- Całkowita moc instalacji PV: 10,0 [kWp]

- **Uwaga:**
- **montaż paneli fotowoltaicznych powinien być poprzedzony ekspertyzą konstrukcyjną stanu technicznego dachu;**
- **instalacja fotowoltaiczna wymaga wykonania projektu technicznego, w tym szczegółowych obliczeń nośności dachu oraz uzysku energii elektrycznej.**

Panele fotowoltaiczne o mocy 10 kWp dają średnio roczny uzysk 9000kWh energii elektrycznej [kWh]

Roczna oszczędność energii finalnej

Średnioroczne zużycie energii elektrycznej 26,400 [kWh/rok]

Jak pokazują powyższe obliczenia jest możliwość uzyskania 9 000 [kWh] rocznie tj. około 34,1 % dotychczasowego rocznego zużycia.

Roczna oszczędność kosztów energii finalnej

Oznacza to, że oszczędność kosztów opłat za energię elektryczną średnio rocznie wyniesie 7 670 [kWh/rok] x 0,4946 [zł.netto/kWh] = 4451,4 [zł.netto/rok]

Roczna oszczędność kosztów energii: 4451,4 [zł.netto/rok]

Koszt przedsięwzięcia

Średnia cena rynkowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 10,0 [kW] wynosi 39900 [zł. brutto/kW]

Szacunkowy koszt przedsięwzięcia: 39 900,00 [zł.brutto]

Czas zwrotu przedsięwzięcia

SPBT (bez dotacji) = 7,6 [lat]

Załącznik nr 6. Tabela zbiorcza audytu. Redukcja energii oraz emisji CO₂
Zestawienie z uwzględnieniem modernizacji oświetlenia oraz zastosowania instalacji fotowoltaicznej

Lp	Nośnik energii w budynku Zakres modernizacji	Szacunkowy koszt modernizacji brutto [zł.] Oszczędności	SPBT bez dotacji	Rok bazowy – stan przed modernizacją		Okres eksploatacji – stan po modernizacji		Redukcja	
				Energia końcowa EK Energia pierwotna EP	Emisja CO ₂ dla EP	Energia końcowa EK Energia pierwotna EP	Emisja CO ₂ dla EP	Energia końcowa EK Energia pierwotna EP	Emisja CO ₂ dla EP
				[GJ/rok]	[Mg/rok] %	[GJ/rok]	[Mg/rok] %	[GJ/rok]	[Mg/rok] %
1	Energia ciepła Termomodernizacja	825 924,12 40459,61	20,4	EK=558,78 EP=712,46	E=68,77 100%	EK=228,25 EP=251,07	E=39,73 57,8%	ΔEK=330,53 ΔEP=461,4	ΔE=59,164,76%
2	Energia elektryczna Oświetlenie LED Fotowoltaika	97 221,00 39 900,00 4 148,85 4451,40		EK =69,52 EP=208,56	E=47,04 100%	EK=10,09 EP=30,27 ***	E=6,83 14,5%	ΔEK=59,43 ΔEP=178,29	ΔE=40,2185,5%
	Razem:	963045,149059,86	19,6	EK=628,30 EP=921,02	E=115,81 100%	EK=238,34 EP=281,34	E=45,56 40,2%	ΔEK=389,96 ΔEP=639,7 ΔEP=59,8%	ΔE=62,159,8%

*Wskaźnik emisji dwutlenku węgla CO₂ dla sieci energetycznej WE CO₂ = 812 [kg/MWh] tj. 225,55556 [kg/GJ] wg „Metodyki ewidencjonowania głównych efektów ekologicznych” wyd. NFOŚiGW W-wa ‘2013 oraz publikacji „Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczenia poziomu bazowego dla projektów JI realizowanych w Polsce” wyd. KOBIZE ‘2011

** Według opracowania „Audyt oświetlenia budynku”, styczeń ‘2016 stanowiącego odrębny dokument.

***Przy założeniu pełnej modernizacji oświetlenia na LED-owe oraz wykorzystania w całości energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną

Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	455,83	228,25
Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	102,95	66,49

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² · rok)]	80,45	37,77
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² · rok)]	89,75	49,91

Tabela. Wskaźniki rezultatu bezpośredniego

(z uwzględnieniem modernizacji oświetlenia oraz zastosowania fotowoltaiki)

Lp.	Nazwa wskaźnika	Jednostka miary	Wartość bazowa	Wartość końcowa	Redukcja	Redukcja [%]
1	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej EK	[GJ/rok]	558,78	294,74	264,04	47,25
2	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej EK*	[GJ/rok]	69,52	7,92	10,09	88,6
		[MWh/rok]	19,31	2,2	17,11	
3	Zmniejszenie zużycia energii końcowej EK	[GJ/rok]	558,78	228,25	330,53	59,1
4	Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej	[GJ/rok]	712,46	251,07	461,4	64,76
5	Szacowany roczny spadek emisji CO ₂ dla EP	[Mg/rok]	115,81	45,56	62,1	59,8

*Przy założeniu pełnej modernizacji oświetlenia na LED-owe oraz wykorzystania w całości energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną