

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU
SZKOŁY PODSTAWOWEJ
w Gąskach
Gąski 35
19 - 400 OLECKO

Zamawiający: Gmina Olecko
ul. Plac Wolności 3
19-400 Olecko

Termin zakończenia pracy: maj 2020 roku

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej		1.2 Rok budowy
	Gmina Olecko		1983
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	ul.	Plac Wolności nr 3	1.4 Adres budynku
	kod	19-400 miejscowość Olecko	ul. Gąski nr bud. 35
	tel.	- fax -	kod 19-400 miejscowość Olecko
			powiat olecki
			województwo warmińsko-mazurskie
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt: "ELEKO" Franciszek Radomyski 05-230 Kobyłka, ul. Nadarzyn 2a; REGON 010492283.....			
3. Imię i nazwisko adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: mgr inż. Barbara Kosowska			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	mgr inż. Barbara Kosowska	Opracowanie kompleksowe: - zapotrzebowanie na ciepło - warianty termomodernizacji - analiza ekonomiczna	Kurs audytorów energetycznych FPE
5. Miejscowość Kobyłka data wykonania opracowania: Maj 2020 r.			
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku 1			
2. Karta audytu energetycznego budynku 2			
3. Podstawa opracowania 4			
3.1 Cel i zakres opracowania 4			
3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu 4			
3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy) 6			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 6			
5. Ocena stanu technicznego budynku 8			
6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego 9			
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 9			
7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło 9			
7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez przegrody zewnętrzne 9			
7.3 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne 15			
7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku 15			
7.5 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego 16			
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 18			
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji 20			
ZAŁĄCZNIKI 22			
Z-1 Współczynniki przenikania ciepła przed termomodernizacją 22			
Z-2 Współczynniki przenikania ciepła po termomodernizacji 23			
Z-3 Współczynnik strat ciepła przez wentylację 24			
Z-4 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego 24			
Z-5 Projektowana strata ciepła 25			
Z-6 Roczne zapotrzebowanie na energię przed modernizacją wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 26			
Z-7 Roczne zapotrzebowanie na energię po modernizacji wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 27			
Z-8 Sprawności systemu grzewczego 28			
Z-9 Ciepła woda użytkowa 29			
Z-10 Oświetlenie wewnętrzne 30			
Z-11 Energia pomocnicza 32			
Z-12 Obliczenie efektywności ekologicznej 33			
Z-13 Podsumowanie 34			
Z-14 Rysunki 35			

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Mieszana	Mieszana
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 204,40	2 204,40
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	550,93	550,93
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	-	-
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [m ²]	-	-
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	158	158
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	podgrzewacz elektryczny	podgrzewacz elektryczny
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	pompowy z rozdziałem dolnym	pompowy z rozdziałem dolnym
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,936	0,936
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]			
1	Ściany zewnętrzne	0,829	0,161
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,455	0,128
3	Strop nad piwnicą	0,565	0,565
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,511	0,511
5	Okna, drzwi balkonowe	1,300	1,300
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,300	1,300
7	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,82	3,50
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,96	0,96	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	1,00	1,00	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji	[-]	1,00	1,00	
5. Charakterystyka systemu wentylacji					
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)		naturalna	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		okna /kanały	okna /kanały	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /h]	1 452	1 452	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,85	0,85	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	74,17	49,09	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	10,38	10,38	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	578,46	361,62	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1 145,20	8,77	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	17,38	17,38	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-	
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 uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	291,66	182,33	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	577,41	4,42	
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	90,41	
7. Koszty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾	[zł/GJ]	53,04	166,67	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾	[zł/(MW m-c)]	-	-	
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾	[zł/m ³]	18,00	18,00	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾	[zł/(MW m-c)]	-	-	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej	[zł/(m ² m-c)]	9,19	0,22	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu	[zł]	1 220 406,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	97,75
Planowane koszty całkowite	[zł]	1 220 406,00	Premia termomodernizacyjna	[zł]	195 264,96
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	59 279,10			

9. Inne
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE/ NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej 35 kW
Z audytu energetycznego WYNIKA/ NIE WYNIKA ³⁾ , 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.
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.
²⁾ U_{OZE} [%] 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.
³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.
⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.
⁵⁾ Niepotrzebne skreślić.

3. Podstawa opracowania.

3.1 Cel i zakres opracowania.

Celem opracowania jest wybór optymalnego wariantu termomodernizacji budynku Szkoły Podstawowej w Gąskach, w Gminie Olecko i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, konieczne do przyznania premii termomodernizacyjnej oraz wyliczenie wskaźników niezbędnych do wniosku o udzielenie dofinansowania z programu MF EOG - Program Środowisko, Energia i Zmiany Klimatu - Obszar Energia odnawialna, efektywność energetyczna, bezpieczeństwo energetyczne - Poprawa efektywności energetycznej i bezpieczeństwa energetycznego: *Głęboka termomodernizacja budynków użyteczności publicznej - szkół podstawowych i ponadpodstawowych.*

3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu.

1. Ustawa z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - (Dz. U. Nr 223, poz. 1459 z późn. zmianami),
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43, poz. 346).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 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 (Dz. U. 2015, poz. 1606).

4. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29.04.2020 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 (Dz.U. 2020, poz. 879).
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późniejszymi zmianami).
6. 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 (Dz. U. 2015, poz. 376).
7. Polska Norma PN-EN-ISO 6946; 2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metody obliczeń”.
8. Polska Norma PN-EN-ISO 13 790; 2009; „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
9. Polska Norma PN-EN-ISO 12831; 2006, „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.
10. Ministerstwo Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków
11. Polska Norma PN-EN-ISO 14683; „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
12. Normy związane
13. Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej Nr 334/2002 „Bezspoinowy system ocieplenia ścian zewnętrznych budynków”, Warszawa 2002.
14. Pogorzelski J.A. „Fizyka budowli – część X – Wartości obliczeniowe właściwości fizycznych” „Materiały budowlane” nr 3/2005
15. Inwentaryzacja techniczna budynku.
16. Wizje lokalne i wywiady z właścicielami i administratorem budynku.
17. Program komputerowy AUDYT wersja 6.1.
18. Oferty dostawców materiałów i urządzeń.

3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zlecniodawcy) .

1. Maksymalne obniżenie kosztów ponoszonych na ogrzewanie budynku.
2. Maksymalne wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Dane identyfikujące budynku			
Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	1983
Adres budynku	19-400 Olecko, Gąski 35	Właściciel	Gmina Olecko, Plac Wolności 3, 19-400 Olecko
4.2 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Mieszana		
Liczba kondygnacji	podziemnych	nadziemnych	
	1	1	
Rodzaj dachu	Dach kryty blachą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	2 204,40	484	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	550,93	161	
Współczynnik kształtu	0,936		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,1	3,0	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	158	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	8	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda		Pow. netto	U
		[m ²]	[W/m ² K]
Strop pod poddaszem		668,00	0,455
Ściany zewnętrzne		525,00	0,829
Okna		192,76	1,300
Drzwi wejściowe		24,09	1,300
Strop nad piwnicą		147,50	0,565
Podłoga na gruncie		520,50	0,511
4.4 Charakterystyka energetyczna budynku			

Moc cieplna zamówiona na ogrzewanie	kW	74,17
Moc cieplna zamówiona na przygotowanie cwu	kW	10,38
Roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	GJ/rok	1 145,20
Roczne zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu	GJ/rok	17,38
Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu	GJ/rok	-
Wskaźnik E według Polskiej Normy	kWh/(m ³ rok)	-
4.4.1 Opłaty jednostkowe		
Energia cieplna - opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW*m-c)	-
Energia cieplna - opłata stała za przesył	zł/(MW*m-c)	-
Energia cieplna - opłata zmienna	zł/GJ	-
Energia cieplna - abonament	zł/m-c	-
Energia cieplna - CO (obliczone)	zł/(m ² *m-c)	9,19
Energia cieplna - CWU (obliczone)	zł/osobę/mies.	1,53
Energia cieplna - CWU (obliczone)	zł/(m ² *m-c)	0,44
Energia cieplna - technologia	zł/GJ	-
Gaz - opłata zmienna	zł/m ³	-
Gaz - opłata stała za przesył	[zł/(m ³ /h) za h]	-
Gaz - abonament (netto)	zł/m-c	-
Energia elektryczna - za energię czynną (netto)	zł/kWh	0,3053
Energia elektryczna - składnik jakościowy (netto)	zł/kWh	0,0125
Energia elektryczna - opłata sieciowa (netto)	zł/kWh	0,1713
Energia elektryczna - opłata przejściowa (netto)	zł/(m-c)	0,0800
Energia elektryczna - opłata stała za przesył (netto)	zł/(m-c)	3,0700
Energia elektryczna - opłata abonamentowa (netto)	zł/(m-c)	4,8000
Gaz płynny	zł/Mg	-
Olej opałowy	zł/Mg	-
Węgiel	zł/Mg	690,00
Koks	zł/Mg	-
Woda	zł/m ³	-
Opłata za emisję zanieczyszczeń	zł/rok	-
4.4.2 Koszt energii		
Całkowity koszt energii na potrzeby CO	zł/rok	60 741,34
Jednostkowy koszt energii na potrzeby CO	zł/GJ	53,04
Całkowity koszt energii na potrzeby CWU	zł/rok	2 896,37
Jednostkowy koszt energii na potrzeby CWU	zł/osobę/mies.	1,53
4.5 Charakterystyka systemu ogrzewania		
Rodzaj instalacji	pompowy z rozdziałem dolnym	
Sprawność wytwarzania	0,82	
Sprawność przesyłania	0,80	

Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77
Sprawność akumulacji	1,00
4.6 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	
Rodzaj instalacji	podgrzewacz elektryczny
Opomiarowanie	brak
Izolacja pionów	-
4.7 Charakterystyka wentylacji	
Rodzaj i typ wentylacji	naturalna
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	1 452
4.8 Charakterystyka węzła ciepłego lub lokalnego źródła ciepła	
Typ wymienników (kotłów)	kotłownia węglowa
Opomiarowanie	brak

5. Ocena stanu technicznego budynku

Obiekt wybudowany w 1983 r. złożony jest z dwóch budynków połączonych funkcjonalnie stropem poddasza i podpiwniczeniem. Budynki tworzą zwartą całość i są wykonane w technologii mieszanej. Obiekt jest częściowo podpiwniczony. Ściany zewnętrzne wykonane są z bloczków gazobetonowych o grubości 38 cm, nieocieplone. Nad budynkami znajduje się nieogrzewane poddasze nieużytkowe. Strop pod poddaszem ocieplony wewnątrz stropu styropianem o grubości 3 cm oraz dodatkowo na stropie wełną mineralną o grubości 5cm, która jest w bardzo złym stanie technicznym. Nad poddaszem zastosowano dach konstrukcji drewnianej, kryty blachą. W obiekcie zastosowano stropy z płyt kanałowych.

Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry.

W budynku zastosowano stolarkę okienną i drzwiową o współczynniku przenikania ciepła równym $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, która jest w dobrym stanie technicznym i jej wymiana nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

Źródłem ciepła dla budynku jest kocioł węglowy o mocy 100 kW z 2016 r., zainstalowany w piwnicy budynku, który jest w średnim stanie technicznym. Instalacja c.o. została wykonana jako wodna, z rozdzielaczem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. W budynku zainstalowano rury grzejne ożebrowane oraz grzejniki żeliwne bez zaworów z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny grzejników i instalacji jest zły.

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z podgrzewaczy elektrycznych zamontowanych bezpośrednio przy punktach poboru.

W budynku zastosowano wentylację grawitacyjną w dobrym stanie technicznym.

6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego.

Zmniejszenie zużycia energii cieplnej w rozpatrywanym obiekcie można osiągnąć wykonując następujące przedsięwzięcia:

- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- ocieplenie stropu pod poddaszem,
- kompleksową wymianę instalacji c.o., wraz z grzejnikami i montażem zaworów z głowicami termostatycznymi,
- wymianę źródła ciepła,
- montaż Systemu Zarządzania Energią.

7.Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Poniżej dokonano wstępnej optymalizacji usprawnień termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło rozpatrywanego budynku poprzez zmniejszenie strat przez przenikanie, wentylację i przygotowanie ciepłej wody użytkowej.

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
1	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie stropu pod poddaszem. Ocieplenie ścian zewnętrznych.
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Wymiana instalacji c.o. Wymiana grzejników. Wymiana źródła ciepła. Montaż Systemu Zarządzania Energią.

7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez przegrody zewnętrzne.

Optymalne usprawnienia prowadzące do zmniejszenia strat ciepła przez ściany, stropy i stropodachy są to takie usprawnienia, dla których prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną. Dla wyznaczenia optymalnego usprawnienia przegrody skorzystano z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = \frac{N_u}{\sum_n \Delta O_{rU}}, [\text{lata}] \quad (1)$$

gdzie:

- N_u - planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody, zł,
- ΔO_{rU} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne lata z n wykorzystywanych źródeł energii, zł/rok.

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{rU} dla n -tego źródła oblicza się wg. wzoru:

$$\Delta O_{rU} = (x_0 * Q_{0u} * O_{0z} - x_1 * Q_{1u} * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_{0u} * O_{0m} - y_1 * q_{1u} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}] \quad (2)$$

gdzie:

x_0, x_1 - udział n -tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,

Q_{0z}, Q_{1z} - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, GJ/rok,

O_{0z}, O_{1z} - opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla n -tego źródła, odpowiadająca:

dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za ciepło i zmiennej opłacie za usługi przesyłowe, zł/GJ,

dla energii elektrycznej - sumie stawek za energię czynną, systemową opłatę przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej przeliczonej na zł/GJ,

dla gazu - stawce opłaty zmiennej na przesłane paliwo zł/m³ przeliczonej na zł/GJ,

dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - stawce opłaty zmiennej określonej wg kalkulacji kosztów rodzajowych przeliczonej na zł/GJ,

y_0, y_1 - udział n -tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,

q_{0u}, q_{1u} - zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,

O_{0m}, O_{1m} - opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla n -tego źródła, odpowiadająca:

dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za zamówioną moc cieplną i opłacie stałej za usługi przesyłowe, zł/(MW*miesiąc),

dla gazu - składnikowi stałemu wyznaczonemu na jednostkę mocy umownej w miesięcznym okresie rozliczeniowym przeliczonemu na zł/(MW*miesiąc),

dla energii elektrycznej - składnikowi stałemu stawki sieciowej zł/(kW*miesiąc), przeliczonemu na zł/(MW*miesiąc),

dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem -składnikowi miesięcznych kosztów stałych, określonych zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych, odniesionych do mocy źródła, zł/(MW*miesiąc),

Ab₀, Ab₁- miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, zł.

Wartości rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie ciepła Q_{0u}, Q_{1u}, oblicza się ze wzoru:

$$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A * U_c, \quad [\text{GJ/rok}] \quad (3)$$

gdzie:

U_c - wartość współczynnika przenikania ciepła przegrody budowlanej przed i po termomodernizacji, W/(m²*K), przy czym maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła po termomodernizacji jest przyjmowana zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi,

A - powierzchnia całkowita izolowanej przegrody przed i po termomodernizacji, m²,

S_d - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4), dzień*K/rok,

Liczbę stopniodni S_d oblicza się ze wzoru:

$$S_d = \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)] L_d(m), \quad [\text{dzień} \cdot \text{K/rok}] \quad (4)$$

gdzie:

t_{wo} - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi, °C,

t_e(m) - średnia wieloletnia temperatura miesiąca m, przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi dla danej lokalizacji, a w przypadku stropów nad nieogrzewanymi piwnicami lub pod nieogrzewanymi poddaszami - temperatura wynikająca z obliczeń bilansu cieplnego budynku, °C,

Ld(m) - liczba dni ogrzewania w miesiącu m, podana w tabeli 1 lub przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi i charakterystyką budynku dla danej lokalizacji,

L_g - liczba miesięcy ogrzewania w ciągu roku.

Wartości zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie q_{0u}, q_{1u} przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego oblicza się ze wzoru:

$$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} * A * (t_{wo} - t_{zo}) * U_c, \quad [MW] \quad (5)$$

gdzie:

t_{wo} - jak we wzorze (4),

t_{zo} - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych, °C

A - jak we wzorze (3),

U_c - jak we wzorze (3),

UWAGA: Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego przyjęto zgodnie z Ministerstwo Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków - dla miasta Suwałki:

Miesiąc	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
T _e (m)	-5,4	-5,1	-1,3	5,5	11,7	11,8	6,7	1,6	-2,6
Ld(m)	31	28	31	30	20	20	31	30	31
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna, T _{zew} = - 24,0°C									
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna, T _{wew} = 20,0°C									
Liczba stopniodni 4580,4									

Optymalizację grubości ocieplenia przegród zestawiono w tabelach poniżej:

Usprawnienia dotyczące stropu pod poddaszem

Rozpatruje się ocieplenie stropu pod poddaszem wełną mineralną o optymalnej grubości.

Pow. obliczeniowa =	668,00	[m ²]	R ₀ =	2,200	[(m ² *K)/W]
Pow. ocieplenia =	ok. 601	[m ²]	R ₁ =	1,089	[(m ² *K)/W]
Materiał:	wełna mineralna		U ₀ =	0,455	[W/(m ² *K)]
	λ =	0,040	[W/(m*K)]	U ₁ =	0,918 [W/(m ² *K)]

Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe wg Sekocenbud

Izolacja	ΔR	R ₁	U	Q ₁	q ₁	Nu	ΔKogrz	SPBT
[m]	[(m ² *K)/W]	[(m ² *K)/W]	[W/(m ² *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,09	2,250	3,339	0,300	79,18	0,012	120 801,00	2 174,02	55,566
0,10	2,500	3,589	0,279	73,66	0,012	122 664,10	2 466,55	49,731
0,11	2,750	3,839	0,260	68,86	0,011	124 527,20	2 720,99	45,765
0,12	3,000	4,089	0,245	64,65	0,010	126 390,30	2 944,31	42,927
0,13	3,250	4,339	0,230	60,93	0,010	128 253,40	3 141,90	40,820
0,14	3,500	4,589	0,218	57,61	0,009	130 116,50	3 317,96	39,216
0,15	3,750	4,839	0,207	54,63	0,009	131 979,60	3 475,82	37,971
0,16	4,000	5,089	0,197	51,95	0,008	133 842,70	3 618,18	36,992
0,17	4,250	5,339	0,187	49,52	0,008	135 705,80	3 747,20	36,215
0,18	4,500	5,589	0,179	47,30	0,007	137 568,90	3 864,68	35,596
0,19	4,750	5,839	0,171	45,28	0,007	139 432,00	3 972,10	35,103
0,20	5,000	6,089	0,164	43,42	0,007	141 295,10	4 070,70	34,710
0,21	5,250	6,339	0,158	41,70	0,007	143 158,20	4 161,52	34,400
0,22	5,500	6,589	0,152	40,12	0,006	145 021,30	4 245,45	34,159
0,23	5,750	6,839	0,146	38,66	0,006	146 884,40	4 323,25	33,975
0,24	6,000	7,089	0,141	37,29	0,006	148 747,50	4 395,55	33,840
0,25	6,250	7,339	0,136	36,02	0,006	150 610,60	4 462,93	33,747
0,26	6,500	7,589	0,132	34,84	0,005	152 473,70	4 525,87	33,689
0,27	6,750	7,839	0,128	33,72	0,005	153 856,00	4 584,80	33,558
0,28	7,000	8,089	0,124	32,68	0,005	161 729,10	4 640,08	34,855

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 27 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2021 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U - dla stropów nad najwyższą kondygnacją wynosi 0,15 W/m²K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 27 cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

Usprawnienia dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem lub wełną mineralną o optymalnej grubości

$$\begin{aligned} \text{Pow. obliczeniowa} &= 525,00 \quad [\text{m}^2] & R_0 &= 1,207 \quad [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}] \\ \text{Pow. ocieplenia} &= \text{ok. } 638 \quad [\text{m}^2] \\ \text{Materiał:} & \text{styropian} & U_0 &= 0,829 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \\ \lambda &= 0,036 \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \end{aligned}$$

Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe wg Sekocenbud

Izolacja	ΔR	R_1	U	Q_1	q_1	Nu	ΔK_{ogrz}	SPBT
[m]	$[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	$[\text{GJ}/\text{a}]$	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,389	2,595	0,385	80,05	0,008	159 500,00	4 887,34	32,635
0,06	1,667	2,873	0,348	72,31	0,008	160 075,97	5 297,82	30,215
0,07	1,944	3,151	0,317	65,94	0,007	160 767,14	5 635,92	28,525
0,08	2,222	3,429	0,292	60,59	0,006	161 573,50	5 919,24	27,296
0,09	2,500	3,707	0,270	56,05	0,006	162 495,06	6 160,10	26,379
0,10	2,778	3,984	0,251	52,15	0,006	163 531,81	6 367,38	25,683
0,11	3,056	4,262	0,235	48,75	0,005	164 683,75	6 547,63	25,152
0,12	3,333	4,540	0,220	45,76	0,005	165 950,89	6 705,83	24,747
0,13	3,611	4,818	0,208	43,13	0,005	167 333,22	6 845,79	24,443
0,14	3,889	5,095	0,196	40,77	0,004	168 830,75	6 970,48	24,221
0,15	4,167	5,373	0,186	38,67	0,004	170 443,47	7 082,29	24,066
0,16	4,444	5,651	0,177	36,77	0,004	172 171,39	7 183,10	23,969
0,17	4,722	5,929	0,169	35,04	0,004	174 014,50	7 274,46	23,921
0,18	5,000	6,207	0,161	33,48	0,004	175 450,00	7 357,65	23,846
0,19	5,278	6,484	0,154	32,04	0,003	177 523,50	7 433,71	23,881
0,20	5,556	6,762	0,148	30,73	0,003	179 712,19	7 503,52	23,950
0,21	5,833	7,040	0,142	29,51	0,003	182 016,08	7 567,82	24,051
0,22	6,111	7,318	0,137	28,39	0,003	184 435,17	7 627,25	24,181
0,23	6,389	7,595	0,132	27,35	0,003	186 969,44	7 682,32	24,338
0,24	6,667	7,873	0,127	26,39	0,003	189 618,92	7 733,51	24,519
0,25	6,944	8,151	0,123	25,49	0,003	192 383,58	7 781,21	24,724

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 18 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2021 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U - dla ścian zewnętrznych wynosi 0,20 W/m²K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 18 cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

7.3 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych	175 450,00	23,85
2	Ocieplenie stropu pod poddaszem	153 856,00	33,56

7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

Poniżej w tabelach zestawiono przewidywane koszty modernizacji budynku dla poszczególnych wariantów. W kosztach uwzględniono wszystkie czynniki (robocizną, materiały, sprzęt itd.). Grubości warstw dociepleń przyjęto na podstawie powyższej analizy. Powierzchnie wymiany ciepła obliczono na podstawie projektu technicznego budynku.

Tabela 7a. Koszty modernizacji budynku wg wariantu I

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych	175 450,00	23,85
2	Ocieplenie stropu pod poddaszem	153 856,00	33,56
	Ogółem	329 306,00	

Tabela 7b. Koszty modernizacji budynku wg wariantu II

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych	175 450,00	23,85
	Ogółem	175 450,00	

7.5 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego jest to wariant, dla którego prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień.

Do wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego korzysta się z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = \frac{N_{CO}}{\sum_n \Delta O_{rCO}}, [\text{lata}] \quad (16)$$

gdzie:

- N_{CO} – planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego, zł,
- ΔO_{rCO} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii, zł/rok.

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{rCO} dla n-tego źródła obliczono wg wzoru:

$$\Delta O_{rCO} = (x_0 * w_{t0} * w_{d0} * Q_{OCO} * O_{0z} / \eta_0 - x_1 * w_{t1} * w_{d1} * Q_{OCO} * O_{1z} / \eta_1) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}] \quad (17)$$

gdzie:

- x_0, x_1 – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- Q_{OCO} – sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą obliczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych wg tabeli 2 Rozporządzenia, GJ/rok,
- η_0, η_1 – całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po modernizacji obliczona wg wzoru (3),
- w_{t0}, w_{t1} – współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przyjęte na podstawie tabeli (4) Rozporządzenia,
- w_{d0}, w_{d1} – współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przyjęte na podstawie tabeli (5) Rozporządzenia,

- O_{0z}, O_{1z} - jak we wzorze (2) Rozporządzenia,
- y_0, y_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu modernizacji,
- q_{0m}, q_{1m} - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego budynku, określone zgodnie z Polską Normą lub projektu technicznego instalacji ogrzewania, MW,
- Ab_0, Ab_1 - jak we wzorze (2) Rozporządzenia.

Całkowitą sprawność systemu grzewczego η_0, η_1 , oblicza się z zależności:

$$\eta_0, \eta_1 = \eta_w \eta_p \eta_r \eta_e , \quad (18)$$

gdzie:

- η_w – sprawność wytwarzania ciepła określona zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi kotłów grzewczych, wodnych, niskotemperaturowych, gazowych oraz kotłów grzewczych stalowych o mocy grzewczej do 50 kW lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- η_p – sprawność przesyłania ciepła określana zgodnie z Polską Normą dotyczącą izolacji cieplnej rurociągów, armatury i urządzeń lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- η_r – sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- η_e – sprawność akumulacji ciepła przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej.

Jak wspomniano w części opisowej Audytu kocioł węglowy jest w średnim stanie technicznym, dodatkowo po wykonaniu prac termomodernizacyjnych będzie znacznie przewymiarowany, w związku z tym proponuje się wymianę istniejącego źródła ciepła na pompę ciepła oraz montaż na dachu obiektu instalacji PV, pokrywającej prawie całkowicie zapotrzebowanie pompy ciepła na energię elektryczną. Dodatkowo przewidziano montaż Systemu Zarządzania Energią. Zarówno grzejniki jak i instalacja c.o. są w złym technicznym, w związku z tym przewidziano

kompleksową modernizację systemu grzewczego polegającą na wymianie rurociągów i ich izolację, montażu nowych grzejników oraz zaworów z głowicami termostatycznymi.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna c.o.	MW	0,0742	0,0742
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	578,46	578,46
3	Ogólna sprawność c.o.	-	0,505	2,772
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. z uwzgl. sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	1 145,20	208,68
		kWh/rok	318 110,76	57 966,85
5	Energia elektryczna z instalacji PV	kWh/rok	-	33 800,00
6	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	60 741,34	14 500,40
7	Oszczędność kosztów	zł/rok		46 240,94
8	Koszt modernizacji	zł		891 100,00
9	SPBT	lat		19,27

8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W celu wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w § 6 pkt 4 rozporządzenia, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji i instalacji ciepłej wody użytkowej i uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego, oblicza się kolejno:

- planowane koszty całkowite N , w tym koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej oraz koszty związane ze spełnieniem obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, również w przypadku gdy działanie to nie przynosi oszczędności energii,
- kwotę rocznych oszczędności ΔO_r przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia,
- zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją, z uwzględnieniem sprawności całkowitej,
- kwotę środków własnych i kwotę kredytu,
- obliczenie wysokości premii termomodernizacyjnej wg art. 5 ust. 1 i 2 ustawy.

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli poniżej:

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

wariant	CO						CWU			CO+CWU		Oszczędności		
	q _{CO}	Q _{CO}	η	w	Q _{CO} *w/η	Opłata CO	q _{CWU}	Q _{CWU}	Opłata CWU	Q _{CO+CWU}	KOSZT			
	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	%	zł/rok
0	0,0742	578,46	0,5051	1	1 145,20	60 741,34	0,0104	17,38	2 896,37	1 162,58	63 637,71			
I+A	0,0491	361,62	2,7720	1	8,77	1 462,24	0,0104	17,38	2 896,37	26,15	4 358,61	1 136,43	97,75	59 279,10
II+A	0,0577	435,71	2,7720	1	35,50	5 917,33	0,0104	17,38	2 896,37	52,88	8 813,70	1 109,70	95,45	54 824,01
A	0,0742	578,46	2,7720	1	87,00	14 500,40	0,0104	17,38	2 896,37	104,38	17 396,77	1 058,20	91,02	46 240,94

Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Minimalna kwota kredytu ^{*)}	Premia termomodernizacyjna
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł] [%]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7
1	I+A	1 220 406,00	59 279,10	97,75	610 203,00 50,00	195 264,96
2	II+A	1 066 550,00	54 824,01	95,45	533 275,00 50,00	170 648,00
3	A	891 100,00	46 240,94	91,02	445 550,00 50,00	142 576,00

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

9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.

Biorąc pod uwagę kompleksowość termomodernizacji oraz największą oszczędność energii proponuje się modernizację budynku według wariantu pierwszego.

Według tego wariantu należy wykonać:

1. Ocieplenie stropu pod poddaszem o powierzchni około 601 m² proponuje się wykonać poprzez rozłożenie rulonów wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ i grubości minimum 27 cm. Następnie należy położyć ciągi komunikacyjne z płyt OSB. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,128 W/m²·K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.
2. Ocieplenie ścian zewnętrznych o powierzchni około 638 m² proponuje się wykonać płytami z wełny mineralnej lub ze styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, warstwą o grubości minimum 18 cm metodą „lekka - mokra”. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,161 W/m²·K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono wymagane prace dodatkowe np.: ocieplenie ościeży, wymianę parapetów zewnętrznych, wymianę rur spustowych, rynien, przełożenie instalacji odgromowej.
3. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez:
 - wymianę rurociągów,
 - wymianę grzejników na grzejniki płytowe (ok. 51 szt.),
 - montaż zaworów z głowicami termostatycznymi (ok. 51 szt.),
 - montaż zaworów grzejnikowych odcinających powrotnych,
 - montaż automatycznych odpowietrzników,
 - wymianę kotła węglowego na pompę ciepła o mocy około 49 kW pracującą na potrzeby instalacji c.o. wraz z niezbędną armaturą i niezbędnym dostosowaniem pomieszczenia kotłowni,
 - montaż instalacji PVo mocy około 35 kW wytwarzających energię elektryczną na potrzeby pracy pompy ciepła,
 - regulację instalacji grzewczej,
 - prace instalacyjne i odtworzeniowe.

4. Instalację Systemu Zarządzania Energią uwzględniającą montaż urządzeń niezbędnych do funkcjonowania systemu, odczyt oraz analizę pomiarów mediów takich jak: energia cieplna dla potrzeb instalacji c.o., energia elektryczna wytworzona w instalacji PV, energia elektryczna zużyta na potrzeby pompy ciepła, z udziałem elektronicznego narzędzia, które ma umożliwić bieżącą kontrolę oraz zmianę parametrów pracy instalacji c.o. w sposób zdalny z dowolnego miejsca za pośrednictwem komputera wyposażonego w dostęp do Internetu. Celem systemu będzie utrzymanie optymalnych parametrów pracy, w sposób zapewniający optymalne zużycie energii z jednoczesnym zachowaniem komfortu cieplnego w okresie użytkowania budynku. W zakresie systemu grzewczego System Zarządzania Energią będzie odpowiedzialny za sterowanie zdalnie obniżeniami temperatury dziennymi i tygodniowymi oraz dostosowywaniem temperatury wewnętrznej do panujących warunków zewnętrznych.

ZAŁĄCZNIKI

Z-1 Współczynniki przenikania ciepła przed termomodernizacją

Przegroda	Wyszczególnienie	d_1	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m ² K/W	[W/m ² K]
Strop pod poddaszem	Pustka powietrzna					0,455
	Wełna mineralna	5,0	0,050	0,045	1,111	
	Gładź cementowa	1,5	0,015	1,000	0,015	
	Styropian	3,0	0,030	0,045	0,667	
	Gładź cementowa	1,5	0,015	1,000	0,015	
	Płyty kanałowe	24,0	0,240		0,180	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,010	0,820	0,012	
	R				2,000	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,100	
	R_T				2,200	
	Ściany zewnętrzne	Tynk cem.wap.	1,5	0,015	0,820	
Mur z gazobetonu		38,0	0,380	0,380	1,000	
Tynk cem.wap.		1,5	0,015	0,820	0,018	
R					1,037	
R_{si}					0,130	
R_{se}					0,040	
R_T					1,207	
Strop nad piwnicą	Płytki ceramiczne	1,0	0,010	1,050	0,010	0,565
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Styropian	5,0	0,050	0,045	1,111	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Płyty kanałowe	24,0	0,240		0,180	
	Tynk cem. -wap.	1,0	0,010	0,820	0,012	
	R				1,428	
	R_{si}				0,170	
	R_{se}				0,170	
	R_T				1,768	
Podłoga na gruncie	Płytki ceramiczne	1,0	0,010	1,050	0,010	0,511
	Gładź cementowa	3,0	0,030	1,050	0,029	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Beton	10,0	0,100	1,300	0,077	
	Piasek średni	6,0	0,060	0,400	0,150	
	Grunt	20,0	0,200	1,740	0,115	
	R				0,408	
	Opór zastępczy gruntu				1,549	
	R_T				1,957	
Okna				U_0	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,300	1,0	1,300
Drzwi wejściowe				1,300	1,0	1,300

Z-2 Współczynniki przenikania ciepła po termomodernizacji

Przegroda	Wyszczególnienie	d_1	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m^2K/W	[W/m ² K]
Strop pod poddaszem	Pustka powietrzna					0,128
	Wełna mineralna	27,0	0,27	0,040	6,750	
	Gładź cementowa	1,5	0,02	1,000	0,015	
	Styropian	3,0	0,03	0,045	0,667	
	Gładź cementowa	1,5	0,02	1,000	0,015	
	Płyty kanałowe	24,0	0,24		0,180	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,01	0,820	0,012	
	R				7,639	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,100	
	R_T				7,839	
Ściany zewnętrzne	Tynk cem.wap.	1,5	0,02	0,820	0,018	0,161
	Mur z gazobetonu	38,0	0,38	0,380	1,000	
	Tynk cem.wap.	1,5	0,02	0,820	0,018	
	Styropian	18,0	0,18	0,036	5,000	
	R				6,037	
	R_{si}				0,130	
	R_{se}				0,040	
	R_T				6,207	
Strop nad piwnicą	Płytki ceramiczne	1,0	0,01	1,050	0,010	0,565
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,000	0,030	
	Papa asfatuowa	0,5	0,01	0,180	0,028	
	Styropian	5,0	0,05	0,045	1,111	
	Papa asfatuowa	0,5	0,01	0,180	0,028	
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,000	0,030	
	Płyty kanałowe	24,0	0,24		0,180	
	Tynk cem. -wap.	1,0	0,01	0,820	0,012	
	R				1,428	
	R_{si}				0,170	
	R_{se}				0,170	
	R_T				1,768	
Podłoga na gruncie	Płytki ceramiczne	1,0	0,01	1,050	0,010	0,511
	Gładź cementowa	3,0	0,03	1,050	0,029	
	Papa asfatuowa	0,5	0,01	0,180	0,028	
	Beton	10,0	0,10	1,300	0,077	
	Piasek średni	6,0	0,06	0,400	0,150	
	Grunt	20,0	0,20	1,740	0,115	
	R				0,408	
	Opór zastępczy gruntu				1,549	
	R_T				1,957	
Okna				U_0	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				1,300	1,000	1,300
Drzwi wejściowe				1,300	1,000	1,300

Z-3 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza		
		obecnie	docelowo	
Kubatura wentylowana V_{ve}	[m ³]	1 707,88		
Powierzchnia ogrzewana A_f	[m ²]	550,93		
Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s*m ²]	0,56*10 ⁻³		
Średni strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s]	0,31		
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m ³ /s]	0,09	0,09	
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m ³ /s]	0,40	0,40	
Współczynniki korekcyjne	c_r	-	1,0	1,0
	c_w	-	1,0	1,0
	c_m	-	1,0	1,0
Strumień powietrza	[m ³ /s]	0,40	0,40	
Strumień powietrza	[m ³ /h]	1 452	1 452	
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	484	484	
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,85	0,85	

Z-4 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.

	Wsp.	Kubatura	Krotność	Wsp. osł.	Wsp. wys.	Strumień
	-	[m ³]	[h ⁻¹]	-	-	[m ³ /h]
Strumień higieniczny		1 708	0,5			853,9

Z-5 Projektowana strata ciepła

Projektowana strata przed modernizacją

Przełoga	A	U	b_u	H_t	$\Delta\Theta$ [°C]	Φ [kW]
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]		
Strop pod poddaszem	668,00	0,455	0,9	273	44	12,02
Ściany zewnętrzne	525,00	0,829	1,0	435		19,14
Okna	192,76	1,300	1,0	251		11,03
Drzwi wejściowe	9,35	1,300	1,0	12		0,53
Strop nad piwnicą	147,50	0,565	0,8	67		2,94
Podłoga na gruncie	520,50	0,511	1,0	266		11,70
Mostki liniowe	l	ψ	\square			
	[m]	[W/mK]				
	457,38	0,200	1,0	91		4,02
Ogółem				1 395		61,39
Wentylacja		V_1	ρ^*c_p	H_v		
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]		
		854	0,34	290		12,77
OGÓŁEM					74,17	

Projektowana strata ciepła po modernizacji

Przełoga	A	U	b_u	H_{tr}	$\Delta\Theta$ [°C]	Φ [kW]
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]		
Strop pod poddaszem	668,00	0,128	0,9	77	44	3,37
Ściany zewnętrzne	525,00	0,161	1,0	85		3,72
Okna	192,76	1,300	1,0	251		11,03
Drzwi wejściowe	9,35	1,300	1,0	12		0,53
Strop nad piwnicą	147,50	0,565	0,8	67		2,94
Podłoga na gruncie	520,50	0,511	1,0	266		11,70
Mostki liniowe	l	ψ	\square			
	[m]	[W/mK]				
	457,38	0,150	1,0	69		3,02
Ogółem				825		36,32
Wentylacja		V_1	ρ^*c_p	H_v		
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]		
		854	0,34	290		12,77
OGÓŁEM					49,09	

Z-6 Roczne zapotrzebowanie na energię przed modernizacją wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

Wyszczególnienie		Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesiąca		[°C]	-5,4	-5,1	-1,3	5,5	11,7	11,8	6,7	1,6	-2,6	
Różnica temperatur		[°C]	25,4	25,1	21,3	14,5	8,3	8,2	13,3	18,4	22,6	
Liczba dni w miesiącu			31	28	31	30	20	20	31	30	31	252
Liczba sekund w mies.		[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	1,728	1,728	2,678	2,592	2,678	21,773
Straty	$H_{tr} H_{ve}$											
Strop pod poddaszem	273,28	[MJ]	18 591	16 594	15 590	10 271	3 919	3 872	9 735	13 033	16 542	108 148
Ściany zewnętrzne	435,11	[MJ]	29 601	26 421	24 823	16 353	6 241	6 165	15 500	20 752	26 338	172 194
Okna	250,59	[MJ]	17 048	15 216	14 296	9 418	3 594	3 551	8 927	11 951	15 169	99 171
Drzwi wejściowe	12,15	[MJ]	827	738	693	457	174	172	433	579	735	4 808
Strop nad piwnicą	66,73	[MJ]	4 540	4 052	3 807	2 508	957	945	2 377	3 182	4 039	26 407
Podłoga na gruncie	266,00	[MJ]	18 097	16 152	15 176	9 997	3 815	3 769	9 476	12 686	16 102	105 270
Mostki liniowe	91,48	[MJ]	6 223	5 555	5 219	3 438	1 312	1 296	3 259	4 363	5 537	36 201
Straty przez przegrody		[MJ]	94 927	84 728	79 604	52 442	20 012	19 771	49 706	66 548	84 462	552 200
Wentylacja	484,08	[MJ]	32 933	29 394	27 617	18 194	6 943	6 859	17 244	23 087	29 302	191 575
Całkowite przenoszenie ciepła		[MJ]	127 860	114 122	107 221	70 636	26 955	26 631	66 950	89 635	113 765	743 774
Zyski słoneczne		[MJ]	6 748	8 832	15 260	24 270	31 944	20 250	12 068	6 124	4 230	129 725
Zyski wewnętrzne		[MJ]	6 935	6 264	6 935	6 712	6 935	6 712	6 935	6 712	6 935	61 076
Razem zyski		[MJ]	13 683	15 096	22 195	30 981	38 879	26 961	19 004	12 836	11 166	190 801
Stosunek zysków do przenoszenia			0,1070	0,1323	0,2070	0,4386	1,4423	1,0124	0,2838	0,1432	0,0981	0,2565
Typ budynku			ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana		[m ²]	712									
Pojemność cieplna		[J/K]	185 172 000									
Stała czasowa		[h]	27									
Metoda obliczeniowa			miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$			1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$		[h]	15									
Parametr numeryczny a_H			2,82									
Parametr numeryczny $a_H + 1$			3,82									
η			0,9984	0,9971	0,9907	0,9428	0,5930	0,7340	0,9794	0,9965	0,9987	
Zyski ciepła		[MJ]	13 661	15 053	21 989	29 210	23 057	19 788	18 612	12 790	11 151	165 312
Zapotrzebowanie ciepła		[MJ]	114 199	99 069	85 232	41 426	3 898	6 842	48 338	76 845	102 613	578 463

Z-7 Roczne zapotrzebowanie na energię po modernizacji wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

Wyszczególnienie		Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesiąca		[°C]	-5,4	-5,1	-1,3	5,5	11,7	11,8	6,7	1,6	-2,6	
Różnica temperatur		[°C]	25,4	25,1	21,3	14,5	8,3	8,2	13,3	18,4	22,6	
Liczba dni w miesiącu			31	28	31	30	20	20	31	30	31	252
Liczba sekund w mies.		[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	1,728	1,728	2,678	2,592	2,678	21,773
Przegroda	Htr Hve											
Strop pod poddaszem	76,69	[MJ]	5 218	4 657	4 375	2 882	1 100	1 087	2 732	3 658	4 642	30 352
Ściany zewnętrzne	84,59	[MJ]	5 755	5 136	4 826	3 179	1 213	1 199	3 013	4 034	5 120	33 475
Okna	250,59	[MJ]	17 048	15 216	14 296	9 418	3 594	3 551	8 927	11 951	15 169	99 171
Drzwi wejściowe	12,15	[MJ]	827	738	693	457	174	172	433	579	735	4 808
Strop nad piwnicą	66,73	[MJ]	4 540	4 052	3 807	2 508	957	945	2 377	3 182	4 039	26 407
Podłoga na gruncie	266,00	[MJ]	18 097	16 152	15 176	9 997	3 815	3 769	9 476	12 686	16 102	105 270
Mostki liniowe	68,61	[MJ]	4 667	4 166	3 914	2 579	984	972	2 444	3 272	4 153	27 151
Straty przez przegrody		[MJ]	56 151	50 118	47 087	31 020	11 838	11 695	29 402	39 364	49 961	326 634
Wentylacja	484,08	[MJ]	32 933	29 394	27 617	18 194	6 943	6 859	17 244	23 087	29 302	191 575
Całkowite przenoszenie ciepła		[MJ]	89 083	79 512	74 704	49 214	18 781	18 554	46 646	62 451	79 263	518 209
Zyski słoneczne		[MJ]	6 748	8 832	15 260	24 270	31 944	20 250	12 068	6 124	4 230	129 725
Zyski wewnętrzne		[MJ]	6 935	6 264	6 935	6 712	6 935	6 712	6 935	6 712	6 935	61 076
Razem zyski		[MJ]	13 683	15 096	22 195	30 981	38 879	26 961	19 004	12 836	11 166	190 801
Stosunek zysków do przenoszenia			0,1536	0,1899	0,2971	0,6295	2,0702	1,4531	0,4074	0,2055	0,1409	0,3682
Typ budynku			ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana		[m ²]	712									
Pojemność cieplna		[J/K]	185 172 000									
Stała czasowa		[h]	39									
Metoda obliczeniowa			miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy a _{H,0}			1									
Stała czasowa odniesienia t _{H,0}		[h]	15									
Parametr numeryczny a _H			3,62									
Parametr numeryczny a _H + 1			4,62									
η			0,9990	0,9980	0,9913	0,9213	0,4645	0,6207	0,9766	0,9974	0,9993	
Zyski ciepła		[MJ]	13 670	15 066	22 002	28 543	18 058	16 734	18 560	12 802	11 158	156 592
Zapotrzebowanie ciepła		[MJ]	75 413	64 446	52 702	20 671	723	1 820	28 086	49 649	68 105	361 616

Z-8 Sprawności systemu grzewczego.

Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			kotłownia węglowa
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,82	kocioł węglowy
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80	przewody w złym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,77	brak regulacji centralnej i miejscowej
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,82	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	1,00	praca ciągła
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	1,00	praca ciągła

Sprawność systemu grzewczego dla optymalnego wariantu

1	Rodzaj systemu zasilania			lokalne
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	3,50	pompa ciepła
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90	przewody w dobrym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,88	regulacja centralna i miejscowa
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	2,772	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	1,00	praca ciągła
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	1,00	praca ciągła

Z-9 Ciepła woda użytkowa.

Wyszczególnienie	Jednostka	obecnie	docelowo
Ciepło właściwe wody	kJ/kg*K	4,19	4,19
Gęstość wody	kg/dm ³	1	1
Powierzchnia pomieszczeń A _f	m ²	550,93	550,93
Liczba użytkowników	osoba	158	158
Zużycie jednostkowe	dm ³ /(m ² doła)	0,80	0,80
Temperatura ciepłej wody	°C	55	55
Temperatura wody zimnej	°C	10	10
Współczynnik korekcyjny	-	0,55	0,55
Czas pracy instalacji cwu	doła	365	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego	kWh/rok	4 634,1	4 634,1
	GJ/rok	16,7	16,7
Sprawność wytwarzania	-	0,960	0,960
Sprawność przesyłu	-	1,000	1,000
Sprawność akumulacji	-	1,000	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000	1,000
Sprawność całkowita	-	0,960	0,960
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	kWh/rok	4 827,2	4 827,2
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	17,4	17,4
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m ³ /h	0,070	0,070
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,710	2,710
Zużycie ciepła na ogrzanie 1 m ³ wody	GJ/m ³	0,196	0,196
Max. moc c.w.u.	kW	10,38	10,38
Średnia moc c.w.u.	kW	3,8	3,8
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	kWh/(m ² *rok)	8,8	8,8

Z-10 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie w ilości 95 sztuk opraw o łącznej mocy 6 312 W, które są w złym stanie technicznym.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przeanalizowano zgodnie z "Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej".

Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia ocenianego budynku wyliczono według wzoru:

$$E_L = LENI \cdot A_f \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

$LENI$ - roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia [kWh/rok],

A_f - powierzchnia użytkowa pomieszczeń, w których modernizowane jest oświetlenie [m²].

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia $LENI$ obliczono na podstawie wzoru:

$$LENI = P_N/1000 \cdot t \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})]$$

gdzie:

P_N - jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w analizowanych pomieszczeniach [W/m],

t - czas użytkowania oświetlenia [h/rok].

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabelach poniżej:

Powierzchnia użytkowa A_f	Moc zainstalowanych opraw oświetleniowych P_{rzecz}	Moc jednostkowa P_N		Czas użytkowania oświetlenia t
		przed modernizacją	po modernizacji	
[m ²]	[W]	[W/m ²]	[W/m ²]	[h/rok]
550,93	6 312	11,46	6,10	2 000

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	[kWh/m ² rok]	22,92	12,20
Zużycie energii do oświetlenia E _L	[kWh/rok]	12 627,32	6 721,35
Cena energii elektrycznej	[zł/kWh]	0,60	0,60
Koszt energii elektrycznej	[zł/rok]	7 576,39	4 032,81
Oszczędność zużycia energii	[kWh/rok]	5 905,97	
	[%]	46,77	
Oszczędność kosztów	[zł/rok]	3 543,58	
Nakłady inwestycyjne	[zł]	58 900,00	
SPBT	[lata]	16,62	

Z przeprowadzonej analizy wynika, że przedsięwzięcie modernizacyjne polegające na wymianie oświetlenia wewnętrznego zwróci się w ciągu 16,62 lat. W ramach modernizacji proponuje się wymianę istniejących opraw oświetleniowych na oprawy LEDowe wraz z pracami instalacyjnymi i odtworzeniowymi w pomieszczeniach. Zainstalowane oprawy muszą spełniać wymagania obowiązujących norm dotyczących oświetlenia pomieszczeń.

Z-11 Energia pomocnicza

Zapotrzebowanie na energię pomocniczą przed modernizacją

Rodzaj systemu	Rodzaj urządzenia pomocniczego	Moc jednostkowa	Czas pracy	Powierzchnia użytkowa	Energia pomocnicza		Koszty eksploatacyjne
		[W/m ²]	[h/rok]	[m ²]	[kWh/rok]	[GJ/rok]	[zł/rok]
instalacja c.o.	Pompy obiegowe ogrzewania w budynku o A _F ponad 250 m ²	0,25	4 500	550,93	619,80	2,23	371,88
	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania w budynku o A _F ponad 250 m ²	0,12	3 500	550,93	231,39	0,83	138,83
ogółem					851,19	3,06	510,71

Zapotrzebowanie na energię pomocniczą po modernizacji

Rodzaj systemu	Rodzaj urządzenia pomocniczego	Moc jednostkowa	Czas pracy	Powierzchnia użytkowa	Energia pomocnicza		Koszty eksploatacyjne
		[W/m ²]	[h/rok]	[m ²]	[kWh/rok]	[GJ/rok]	[zł/rok]
instalacja c.o.	Pompy obiegowe ogrzewania w budynku o A _F ponad 250 m ²	0,25	4 500	550,93	619,80	2,23	371,88
	Napęd pomocniczy pompy ciepła w układzie ogrzewania	0,80	1 600	550,93	705,19	2,54	423,11
ogółem					1 324,99	4,77	794,99

Z-12 Obliczenie efektywności ekologicznej

Wskaźnik emisji (WE CO₂) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnym Systemie Handlu Upewnieniami do Emisji za rok 2020 publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE)

nośnik energii	Roczna redukcja emisji CO ₂									
	Roczne zużycie energii		WE	emisja CO ₂	Roczne zużycie energii		WE	emisja CO ₂	emisja CO ₂	
	GJ	MWh	kg/ GJ; kg/MWh	Mg	GJ	MWh	kg/ GJ; kg/MWh	Mg	Mg	%
	przed modernizacją				po modernizacji				redukcja	
węgiel kamienny	1 145,20	-	94,10	107,76	0,00	-	94,10	0,00		
energia elektryczna	-	18,31	765,0	14,01		15,31	765,0	11,71		
ogółem				121,77				11,71	110,06	90,38

Wyliczenie redukcji emisji CO₂ związanej z wymianą źródła ciepła przedstawiono poniżej:

nośnik energii	Efekt ekologiczny dla zmiany źródła ciepła							
	Roczne zużycie energii	WE	emisja CO ₂	Roczne zużycie energii	WE	emisja CO ₂	redukcja	
	[GJ]	[kg/ GJ]	[Mg]	[MWh]	[kg/ MWh]	[Mg]	[Mg]	[%]
	obecnie			docelowo				
węgiel kamienny	1 145,20	94,10	107,76	-	-	-		
energia elektryczna	-	765,00	0,00	40,73	765,00	31,16		
			107,76			31,16	76,61	71,09

Na podstawie powyższej tabeli należy stwierdzić, że w wyniku wymiany źródła ciepła redukcja emisji CO₂ wyniesie 71,09 %.

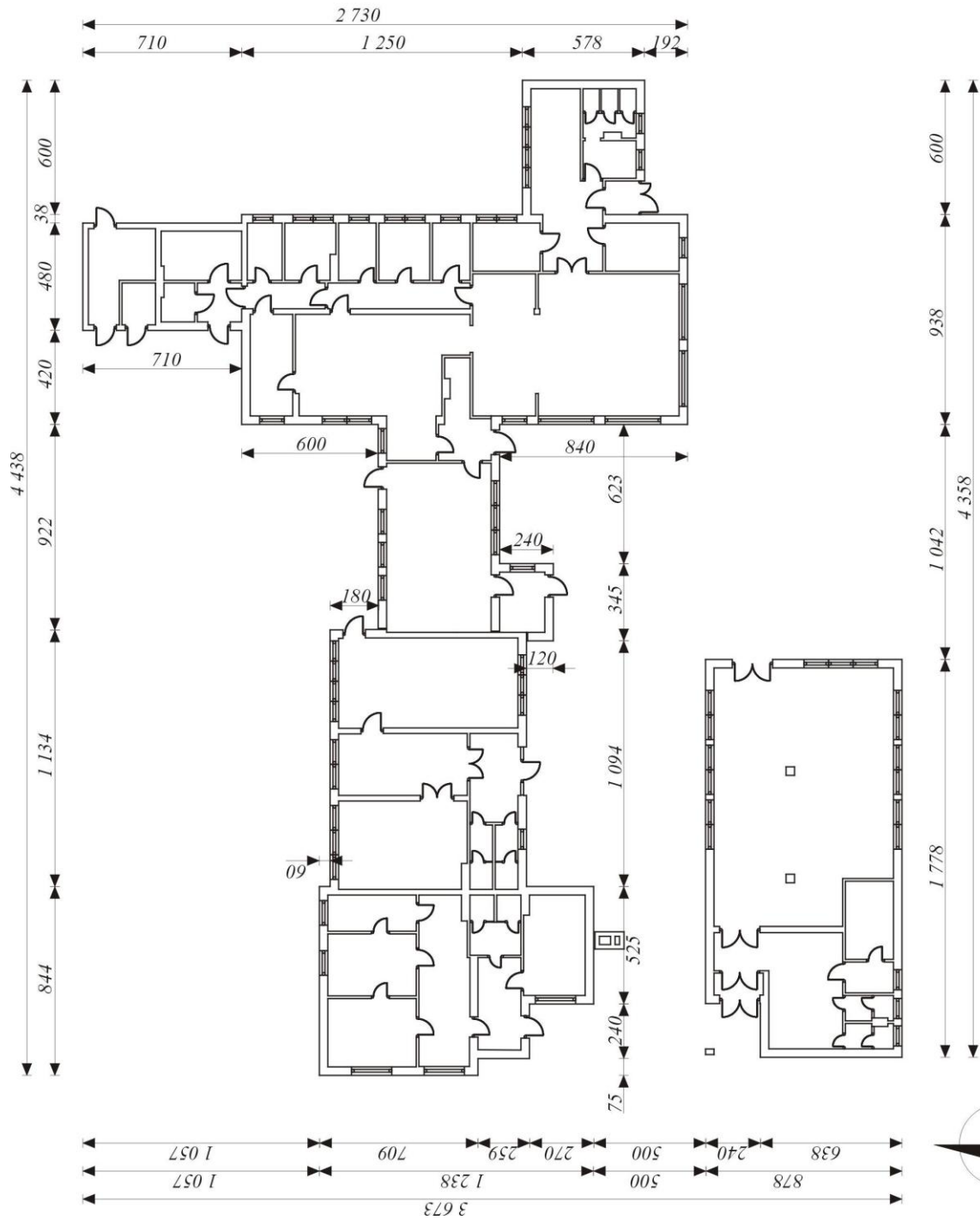
Z-13 Podsumowanie

Powierzchnia użytkowa [m ²]	550,93
Powierzchnia użytkowa przedszkola i świetlicy socjoterapeutycznej [m ²]	204,62
Procentowy udział powierzchni przedszkolnej	37,14

Lp.	Zakres	Jednostka	Obmiar	Cena jednostkowa [zł]	Nakłady brutto [zł]
1.	Ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną o grubości 27 cm	[m ²]	601,00	256,00	153 856,00
2.	Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem o grubości 18 cm (powierzchnia netto)	[m ²]	638,00	275,00	175 450,00
3.	Modernizacja instalacji c.o.: wymiana i izolacja rurociągów, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych	[szt.]	51	3 600,00	183 600,00
4.	Wymiana kotła węglowego na pompy ciepła o mocy około 49kW wraz z dostosowaniem pomieszczenia do przepisów ppoż.	[kW]	49		430 000,00
5.	Wymiana oświetlenia na oprawy LED	[szt.]	95	620,00	58 900,00
6.	Montaż instalacji PV	[kW]	35		227 500,00
7.	Montaż Systemu Zarządzania Energią	[kpl]	1		50 000,00
	Ogółem nakłady dla całości obiektu	[zł]			1 279 306,00
	Nakłady na część przedszkolną	[zł]			475 134,25
	Ogółem nakłady bez części przedszkolnej	[zł]			804 171,75

Wskaźniki projektu		Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność	Oszczędność [%]
Energia końcowa dla całości obiektu	[GJ]	1 211,10	55,12	1 155,98	95,45
Energia końcowa bez części przedszkolnej	[GJ]	761,30	34,65	726,65	95,45
Emisja CO ₂ dla całości obiektu	[Mg]	121,77	11,71	110,06	90,38
Emisja CO ₂ bez części przedszkolnej	[Mg]	76,54	7,36	69,18	90,38
Energia pierwotna dla całości obiektu (h+w)	[kWh]	364 403,41	21 792,60	342 610,81	94,02
Energia pierwotna bez cz. przedszkolnej (h+w)	[kWh]	229 063,98	13 698,83	215 365,15	94,02
EP _{h+w} dla całości obiektu	[kWh/m ² rok]		39,56		
EP _{h+w} bez części przedszkolnej	[kWh/m ² rok]		39,56		
EP _L dla całości obiektu	[kWh/m ² rok]	68,76	36,6	32,16	
EP _L bez części przedszkolnej	[kWh/m ² rok]	43,22	23,01	20,21	

Z-14 Rysunki



SZKIC WYKONANY NA POTRZEBY AUDYTU ENERGETYCZNEGO - Rezu Parteneru
Szkoła Podstawowa w Gąskach; 19-400 Gąscki 144