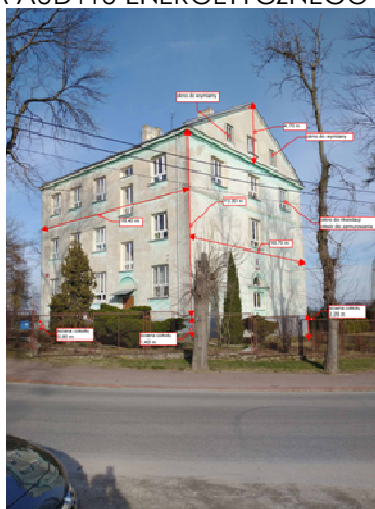


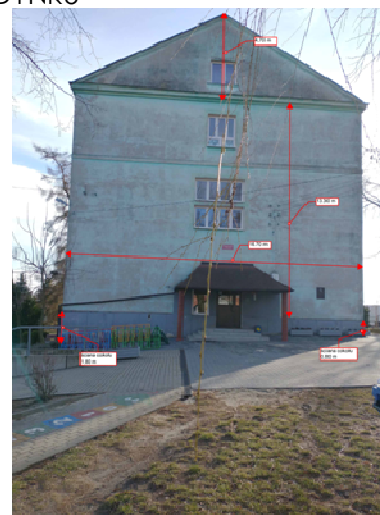
KARTA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU



Strona 1/3



Strona 1/3



Strona 1/3

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008

Adres budynku	ulica: Wrociszew 20 kod: 05-560 Warka powiat: Grójecki województwo: mazowieckie	miejscowość: Wrociszew
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Tomasz Ciężczyk tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania: 25.10/2022	

mgr inż. Tomasz Ciężczyk
 Uprawnienia budowlane do projektowania
 i kierowania robotami
 bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej
 w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
 wodociągowych i kanalizacyjnych,
 ciepłych, wentylacyjnych i gazowych
 nr ewidencyjny Wa-389/02

Spis treści:

1. Strona tytułowa	- 1
2. Karta audytu energetycznego	- 3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego	- 5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana obiektu	- 6
5. Ocena stanu technicznego budynku	- 9
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	- 12
7. Określenie optymalnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych	- 13
8. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	- 24
9. Opis techniczny wariantu optymalnego	- 25

Załączniki

1. Wydruk komputerowy programu „Instaltherm HCR OZC” zapotrzebowania ciepła i mocy dla stanu istniejącego i po termomodernizacji, w tym dane dotyczące przegród budowlanych
2. RYS.1, Elewacje, Przekroje kondygnacji, dokumentacja fotograficzna budynku

TABELA 1. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1.Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian	
2.	Liczba kondygnacji	5	bez zmian	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4 320	bez zmian	
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	1 152	bez zmian	
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	110	bez zmian	
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	10	bez zmian	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	2	bez zmian	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	100+4	bez zmian	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	elektr. podgrz.	+ PC powietrze-woda	
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	kotłownia gazowa	+ PC powietrze-woda	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,38	bez zmian	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	bez zmian	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane ¹⁾ [W/(m ² K)]				
1.	Ściany zewnętrzne	szczytowe	0,74	0,200
		podłużne	0,74	0,200
2.	Dach / stropodach / strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub przejazdami		1,34	0,150
3.	Strop nad piwnicą		1,000	1,000
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych		1,0	0,50
5	Okna,		2,6	0,9
6	Drzwi zewnętrzne / bramy		1,7	1,7
7	Inne			
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu ¹⁾				
1.	Sprawność wytwarzania	[η _{H,g}] [-]	0,86	0,91
2.	Sprawność przesyłu	[η _{H,d}] [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[η _{H,e}] [-]	0,77	0,97
4.	Sprawność akumulacji	[η _{H,s}] [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia [-]		1,00	0,75
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]		1,00	0,85
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej ¹⁾				
1.	Sprawność wytwarzania [-]		0,99	0,99
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 ^{IV)}				
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]		8600	8600
4.	Krotność wymian powietrza [l/h]		2,00	2,00
6. Charakterystyka energetyczna budynku				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego ^{V)}	[kW]	189,6	146,4

2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania cwu ^{vi)} [kW]	9,0	9,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) ^{v)} [GJ/rok]	777,7	408,4

4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 223,4	307,2
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu ^{vi)} [GJ/rok]	-	-
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	513,0	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak danych	-
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	187,5	98,4
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	294,9	74,07
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	10,0

7. Koszty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) ^{vii)}

1.	Koszt 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	78,6	78,6
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	2 100	2 100
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	41,88	41,88
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	2 100	2 100
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	11,20	5,96
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	15,85	15,85
7.	Inne - np.. opłata za 1 GJ za podgrzanie wody użytkowej [zł/GJ]	30,5	30,5

8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowana kwota kredytu [zł]	1159440,0	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	Min. 25
Planowane koszty całkowite [zł]	1 545920,0	Premia termo modernizacyjna [zł]	
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	71 463,6		

9. Inne

Wraz z realizacją przedsięwzięcia termo modernizacyjnego w budynku ZOSTANIE /~~NIE ZOSTANIE~~ ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej - ok.29,60.kW

Z audytu energetycznego WYNIKA /~~NIE WYNIKA~~ ⁵⁾, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termo modernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r wymagania, o których mowa w art. a ust. 2 ustawy

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

Dokumentacja projektowa:

3.1. Osoby udzielające informacji

Dyrektor Szkoły –

- p. Dorota Gowin

3.2. Data wizji lokalnej

05.10.2022

3.3. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie ścian zewnętrznych +
ocieplenie i odwodnienie ścian
 - poniżej poziomu gruntu
ocieplenie stropodachu
oraz wymiana poszycia
dachowego i konstrukcji
 - więźby dachowej
 - Częściowa
wymiana okien,
modernizacja systemu
 - grzewczego,

3.4. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	zł

Inwentaryzacja koncepcyjna - materiały Inwestora

Projekt technologii kotłowni 2000r

Inne dokumenty

Umowa z dostawcą gazu PGNIG

Faktury PGNIG Obrót detaliczny za 2021 r

Normy i rozporządzenia:

° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz.1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.

° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.

° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 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.

° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690). Dalej zwane Warunkami Technicznymi.

° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”

° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”

° Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.

° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.

° Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

Dane personalne osoby wykonującej inwentaryzację			
Imię i nazwisko	Tomasz Ciężczyk		
Adres zamieszkania	26-630 Jedlnia Letnisko ul. Brzozowa 25		
Nr uprawnień		Tel.048-3221722	
Dane identyfikacyjne budynku			
Rodzaj budynku	Obiekt dydaktyczny - Szkoła	Rok budowy/odbudowy	1965r
Adres budynku	Wrociszew 20, 05-660 Warka		
Szkic rzutu poziomego budynku (z podaniem liczby kondygnacji i układu przerw dylatacyjnych oraz Stron świata)	Zawiera załącznik do dokumentacji		
4.1 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Konstrukcja murowana , technologia prefabrykowana		
Liczba kondygnacji	1 (podziemnych)	4 (nadziemnych)	
Rodzaj dachu	Stropodach wentylowany, płytki panwiowe oparte na ścianach nośnych		
Kubatura	4320 m ³ (część ogrzewana)	- (część nie ogrzewana)	
Powierzchnia użytkowa	1152 m ² (część ogrzewana)	- (część nie ogrzewana)	
Współczynnik kształtu A/V według Polskiej Normy	0,37	0,37	
Wysokość kondygnacji	3,5 (nadziemnych)	2,9 (podziemnych)	
Liczba lokali	Budynek jako całość		
Liczba osób użytkujących budynek	100 (czasowa)	4 (stała)	
Czas użytkowania budynku	5 (dni tygodnia)	12 (godziny)	
4.2 Uproszczona dokumentacja techniczna			
Rzut piwnic	Patrz – zał. na końcu opracowania		
Rzut parteru	Patrz – zał. na końcu opracowania		
Rzut 1 piętra	Patrz – zał. na końcu opracowania		
Rzut 2 piętra	Patrz – zał. na końcu opracowania		
Rzut poddasza	Patrz – zał. na końcu opracowania		
Przekrój budowlany	Patrz - załącznik na końcu opracowania		

4.3 Opis techniczny podstawowych ustrojów i elementów budynku

Opis konstrukcji przegród budowlanych w tym izolacyjności termicznej ścian zewnętrznych, stropodachu okien , drzwi , podłogi w piwnicy, podłogi na gruncie , stropu nad piwnicą zawierają wydruki z programu Instaltherm umieszczone na końcu opracowania

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u> Współczynniki, przenikalności cieplnej Przegród U są niezadowalające: - podłoga na gruncie 1,00W/m²K - strop nad piwnicą 1,00 W/m²K - podłoga w piwnicy 0,80W/m²K - ściany zewnętrzne 0,74 W/m²K - stropodach.....1,34 W/m²K co powoduje nadmierne straty ciepła.</p>	<p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne. Pożądane wartości U nie większe niż: - ściany zewnętrzne.....0,20W/m²K - stropodach0,15W/m²K</p>
2.	<p><u>Okna</u> Budynek posiada częściowo wymienioną stolarkę okienną w dobrym stanie U = 2,60 [W/(m²*K)], A_o = 1,5 [m³/(m.*h*daPa^{2/3})]. oraz nową stolarkę drzwiową</p>	<p>Wymiana częściowa /6,50 m²/ zewnętrznej stolarki okiennej w budynku Pożądane wartości U nie większe niż: U = 0,90 [W/(m²*K)],</p>
3.	<p>Wentylacja Wentylacja grawitacyjna. Utrudniony napływ świeżego powietrza</p>	<p>Wyposażenie nowych okien w automatyczne nawiewniki higroserowalne</p>
4.	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej.</u> Brak instalacji centralnego podgrzewu cwu Miejscowe przepływowe podgrzewacze wody z grzałką elektryczną</p>	<p>Bez zmian + instalacja pompy ciepła typu powietrze- woda w mieszkaniach lokatorskich</p>
5.	<p><u>Instalacja grzewcza</u> Instalacja typu tradycyjnego o niskiej sprawności ogólnej zasilana z kotłowni o niskim współczynniku regulacji i wykorzystania .</p>	<p>Możliwe obniżenie kosztów ogrzewania przez poprawienie współczynnika regulacji instalacji - wymiana istniejących urządzeń kotłowych na nowe kondensacyjne kotły grzewcze <u>- montaż nowej instalacji ogrzewczej dla mieszkań lokatorskich – 2 lokale mieszkalne opartej o pompy ciepła typu powietrze-woda , montaż nowych grzejników – typu konwektor wentylatorowy</u> Montaż i wymianę grzejników wykonanie regulacji hydraulicznej instalacji co za pomocą nastaw na zaworach termostatycznych</p>
6.	<p>Instalacja oświetleniowa-elektryczna</p>	<p>Całkowita wymiana instalacji elektrycznej w budynku szkoły , montaż nowych opraw oświetleniowych LED</p>
7.	<p>Źródło energii elektrycznej</p>	<p>Montaż na połaci dachowej instalacji fotowoltaicznej</p>

4.4 Charakterystyka energetyczna budynku		
Moc cieplna zamówiona na ogrzewanie	kW	100
Moc cieplna zamówiona na przygotowanie cwu	kW	-
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku -	GJ/ rok	777,7
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu - szacowane	GJ/rok	26,9
Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego	GJ/rok	453,0
Wskaźnik Ep	kWh / (m² rok)	185,0
4.4.1 Opłaty jednostkowe		
Energia cieplna - opłata stała	zł / (MW · m · c)	-
Energia cieplna - opłata zmienna	zł / GJ	-
Energia cieplna - c.o.	zł (m² · m - c)	-
Energia cieplna - c.w.u.	zł / osobę	-
Energia cieplna - c.w.u.	zł / (m² · m - c)	-
Energia cieplna – technologia		-
Gaz opłata – stała	zł / (mW · m · c)	210,0
Gaz opłata – zmienna	zł / kWh	0,207
Woda	zł /m³	5,0
4.4.2. Koszt energii		
Całkowity koszt energii na potrzeby c.o. – obliczeniowy	zł	80 172,0
Jednostkowy koszt energii na potrzeby c.o.- obliczeniowy	zł / GJ	78,6
Całkowity koszt energii na potrzeby c.w.u.	zł	5000,0
Jednostkowy koszt energii na potrzeby c.w.u.	zł / osobę / rok	12,60
4.5. Charakterystyka systemu ogrzewania		
Sprawność wytwarzania, [$\eta_{H,g}$] według Tabeli 1 zał. nr 1 część 4	0,86 (stan wyjściowy)	
Sprawność przesyłania [$\eta_{H,d}$]	0,96	
Sprawność regulacji i wykorzystania [$\eta_{H,e}$]	0,77	
Sprawność akumulacji [$\eta_{H,s}$]	1,0	
Typ instalacji	Dwururowa z rozdziałem dolnym Grzejniki członowe bez zaworów termostatycznych.	
Parametry pracy	90/70 °C	
Rodzaje i ilość grzejników	żel 55 sztuk	
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Rodzaj instalacji	Elektryczne podgrzewacze przepływowe miejscowe	
Opomiarowanie	Licznik wody zimnej	
Izolacja pionów	Brak instalacji centralnej cwu	
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji		
Rodzaj i typ wentylacji	Grawitacyjna infiltracja okienna	
Strumień powietrza wentylacyjnego, m³/h – 30m³/ osobę – szacowany na podst. oględzin	8600,0	
4. 8. Charakterystyka węzła cieplnego lub lokalnego źródła ciepła		
Typ wymiennika	Kotłownia gazowa	
Parametry wymiennika	1	
Rok produkcji	2000	
Opomiarowanie	Gazomierz	

5. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU

5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności termicznej budynku

Budynek był i jest eksploatowany od połowy lat sześćdziesiątych, ok. 15 lat temu wymieniona została stolarka okienna zgodnie z wymaganiami dotyczącymi ochrony cieplnej obowiązującymi w tym czasie.

Jego ogólny stan techniczny jest zły. Tynki zewnętrzne wymagają naprawy. Zastrzeżenia budzi niedostateczna w chwili obecnej izolacyjność termiczna przegród zewnętrznych oraz związana z tym infiltracja powietrza zewnętrznego.

Budynek jest podpiwniczony, strop piwnicy prefabrykowany, ściany piwnic murowane.

Fundament z betonu żwirowego konstrukcyjnego.

Ściany zewnętrzne – cegła ceramiczna pełna bez ocieplenia gr. 64 cm

/znaczną korozją biologiczną/ + zaprawa wapienna M3, współczynnik przenikania ciepła $U=0,74$ [W/m²/K]

Ściany wewnętrzne gr. 24 i gr.12 murowane gazobeton 06 + zaprawa wapienna M3

Posadzka Parteru beton

Stropodach konstrukcja drewniana bez ocieplenia wsp. przenikania ciepła $U=1,0$ [W/m²/K],

Stolarka okienna PCV okna podwójnie oszklone $U=2,6$ [W/m²/K]

Strop między kondygnacyjny gr 24 cm beton B15

Maksymalne współczynniki przenikania ciepła dla ścian z otworami okiennymi i drzwiowymi wynoszą $U=0,74$ [W/m²/K] z uwzględnieniem dodatku 0,10 W/m²K na mostki termiczne) i jest wyższy od wartości obowiązujących po 01.01.2021r $U=0,20$ [W/m²/K].

Zastrzeżenia budzi również izolacyjność termiczna stropodachu. Wartość współczynnika U wynosi 1,0 W/m²K (obowiązująca wartość po 01.01.2021r $U = 0,15$ W/m²K).

Na podstawie wizji lokalnej stwierdzono niezadawalający stan techniczny ok. 6,50 m² zewnętrznej stolarki okiennej powoduje to wzmożoną infiltrację powietrza zewnętrznego.

5.2. Charakterystyka instalacji cieplnej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana za pomocą elektrycznych miejscowych podgrzewaczy wody.
2.	Piony i ich izolacja	Brak
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Brak

Wartości współczynników systemu przygotowania cwu dla stanu przed termomodernizacją

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_{gw}	0,99
2	Przesyłanie ciepła	η_{dw}	1,00
3	Regulacja i wykorzystanie	η_{ew}	1,00
4	Akumulacja ciepła	η_{sw}	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_{gw} * \eta_{dw} * \eta_{ew} * \eta_{sw} =$	$\eta_{tot,w}$	0,99

Uzasadnienie przyjętych współczynników sprawności:

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	kotłownia gazowa (ogrzewanie i przygotowanie c.w.u.), moc ponad 100 kW
sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	brak układu cyrkulacji
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zasobnika

5.3. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Kotłownia gazowa wbudowana 2 kotły gazowe każdy ok. 50 kW , automatyka pogodowa.
Budynek jest rozliczany na podstawie odczytów z licznika gazu

5.4.. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	8600

5.5 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania

W chwili obecnej budynek, jest wyposażony w instalację centralnego ogrzewania opartą o kotłownię gazową, instalacja wewnętrzna centralnego ogrzewania jest typu otwartego, wykonana z rur stalowych i jest wyposażona w żeliwne bez wyposażenia w zawory termostatyczne. Stwierdzono brak głowic termostatycznych. W związku ze znacznym wyeksploatowaniem wytypowano do wymiany istniejące grzejniki żeliwne członowe bez osprzętu regulacyjnego. W grzejnikach stalowych zastosowano osprzęt dławicowy – nastawy na zaworach termostatycznych. Brak danych o przeprowadzeniu regulacji hydraulicznej. Instalacja centralnego ogrzewania charakteryzuje się niską sprawnością z uwagi na: prawdopodobny brak odpowiedniej regulacji hydraulicznej.

Główną przyczyną tego stanu jest długi, ponad 30-letni okres użytkowania obiektu. Na podstawie oględzin stwierdza się bardzo zły stan instalacji pod względem parametrów hydraulicznych – po ustaleniu z Inwestorem zakłada się montaż w pozostałej części instalacji nowych grzejników typu higienicznego /wymóg specyfiki obiektu/ wraz z zaworami termostatycznymi oraz przeprowadzenie regulacji hydraulicznej instalacji. Planuje się również wykonanie pogodowej automatyki sterującej pozwalającej w cyklu dobowym i tygodniowym centralnie i czasowo obniżyć temperaturę pomieszczeń i ograniczyć pobór ciepła przez budynek.

5.6.Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u.

W budynku brak instalacji centralnej podgrzewu CWU. Ciepłą wodę użytkową podgrzewa się za pomocą miejscowych , elektrycznych podgrzewaczy przepływowych zlokalizowanych przy punktach poboru /każdy podgrzewacz wyposażony w grzałkę elektryczną o wydajności ok.2,5-3,5 kW/. Z uwagi na charakter obiektu Inwestor przewiduje zmianę sposobu podgrzewania ciepłej wody opartą o technologię kotłowni gazowej.

5.7 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji

W budynku zastosowano wentylację grawitacyjną.
Strumień powietrza wentylacyjnego szacuje się zgodnie z normą na poziomie ok. 8600 m³/h.

5.5 Ocena stanu technicznego kotłowni budynku

Poziomy instalacji są izolowane otuliną z pianki PE.

Brak automatycznej centralnej regulacji – od miejsca rozdziłu ciepła w budynku i instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania - powoduje niską efektywność cieplną obiektu co się wiąże z dużym zużyciem energii wg. danych Inwestora w stosunku do obecnie panujących temperatur średnich.

5.6. Instalacja wodociągowa

Budynek szkoły jest wyposażony w instalację wodociągową, zużycie wody jest opomiarowane za pomocą wodomierza i nie odbiega od przyjętych norm zużycia wody dla tego typu obiektów. Stwierdzono brak opomiarowania wody dla mieszkań lokatorskich

5.7. Instalacja gazowa

Budynek jest wyposażony w instalację gazu ziemnego.

5.8. Instalacja elektryczna /źródło patrz załącznik poz.6/

Obiekt zasilany jest z sieci elektroenergetycznej Operatora Systemu Dystrybucyjnego. Energia elektryczna używana jest na potrzeby związane z funkcjonowaniem obiektu.

6. WYKAZ USPRAWNIEN I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Współczynniki, przenikalności cieplnej Przegród U są niezadowalające: - podłoga na gruncie 1,00W/m ² K - strop nad piwnicą 1,00 W/m ² K - podłoga w piwnicy 0,80W/m ² K - ściany zewnętrzne 0,74 W/m ² K - stropodach.....1,34 W/m ² K co powoduje nadmierne straty ciepła.	Należy docieplić przegrody zewnętrzne. Pożądane wartości U nie większe niż: - ściany zewnętrzne.....0,20W/m ² K - stropodach0,15W/m ² K
2.	<u>Okna</u> Budynek posiada częściowo wymienioną stolarkę okienną w dobrym stanie U = 2,60 [W/(m ² *K)], A _O = 1,5 [m ³ /(m.*h*daPa ^{2/3})]. oraz nową stolarkę drzwiową	Wymiana częściowa /6,50 m ² / zewnętrznej stolarki okiennej w budynku Pożądane wartości U nie większe niż: U = 0,90 [W/(m ² *K)],
3.	Wentylacja Wentylacja grawitacyjna. Utrudniony napływ świeżego powietrza	Wyposażenie nowych okien w automatyczne nawiewniki higroserowalne
4.	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej.</u> Brak instalacji centralnego podgrzewu cwu Miejscowe przepływowe podgrzewacze wody z grzałką elektryczną	Bez zmian + instalacja pompy ciepła typu powietrze- woda w mieszkaniach lokatorskich
5.		

	<p><u>Instalacja grzewcza</u> Instalacja typu tradycyjnego o niskiej sprawności ogólnej zasilana z kotłowni o niskim współczynniku regulacji i wykorzystania .</p>	<p>Możliwe obniżenie kosztów ogrzewania przez poprawienie współczynnika regulacji instalacji - wymiana istniejących urządzeń kotłowych na nowe kondensacyjne kotły grzewcze - <u>montaż nowej instalacji ogrzewczej dla mieszkań lokatorskich – 2 lokale mieszkalne opartej o pompy ciepła typu powietrze-woda , montaż nowych grzejników – typu konwektor wentylatorowy</u> Montaż i wymianę grzejników wykonanie regulacji hydraulicznej instalacji co za pomocą nastaw na zaworach termostatycznych</p>
6.	Instalacja oświetleniowa-elektryczna	Całkowita wymiana instalacji elektrycznej w budynku szkoły , montaż nowych opraw oświetleniowych LED
7.	Źródło energii elektrycznej	Montaż na połaci dachowej instalacji fotowoltaicznej

7. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- określenia optymalnego oporu cieplnego dla każdego usprawnienia dotyczącego zmniejszenia ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne;
- wybór optymalnych usprawnień wymienionych w punkcie 6.1. dot. zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.
- Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło.

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
I.	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody	Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku $U_{\max}=0,20 \text{ W/m}^2\text{xK}$ Ocieplenie stropodachu budynku $U_{\max}=0,15 \text{ W/m}^2\text{xK}$ Wymiana zewnętrznej stolarki okiennej $U_{\max}=0,90 \text{ W/m}^2\text{xK}$
II.	Instalacja CO	Możliwe obniżenie kosztów ogrzewania przez poprawienie współczynnika regulacji instalacji - wymiana istniejących urządzeń kotłowych na nowe kondensacyjne
III	Instalacja ciepłej wody użytkowej	kotły grzewcze - <u>montaż nowej instalacji ogrzewczej dla mieszkań lokatorskich – 2 lokale mieszkalne opartej o pompy ciepła typu powietrze-woda , montaż nowych grzejników – typu konwektor wentylatorowy</u> W budynku szkoły montaż i wymianę grzejników wykonanie regulacji hydraulicznej instalacji co za pomocą nastaw na zaworach termostatycznych
IV	Kotłownia	Wymiana kotłów na nowe kondensacyjne urządzenia grzewcze
Uwagi:		

7.2. Usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	952,3 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	1122,0 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,031 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika U ≤ 0,20 W/(m2 K) - wg WT2021						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika U ≤ 0,20 W/(m2 K) - wg WT2021						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariancie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,15	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,87	4,84	5,81
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,038	4,909	5,876	6,844
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	292,2	61,8	51,6	44,3
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,0367	0,0078	0,0065	0,0056
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		18 849	19 684	20 281
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		320	360	390
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		359 040	403 920	437 580
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		19,05	20,52	21,58
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,964	0,204	0,170	0,146
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A _{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		403 920 zł	SPBT= 20,52 lat	

Przyjęto jako optymalny wariant nr 2 przy założeniu, że inwestycja związana z termomodernizacją budynku zostanie zrealizowana w 2021 r., po zmianie wymagań podanych w Warunkach Technicznych.

Stropodach

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	400,0 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	450,0 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu pełnego z użyciem wełny mineranej o współczynniku przewodności 0,040 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością λ=						
warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W}/(m^2 \text{ K})$ - wg WT2021						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W}/(m^2 \text{ K})$ - wg WT2021						
wariant 3: o grubości 5 cm większej niż w wariancie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,20	0,25	0,30
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		5,00	6,25	7,50
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,848	5,85	7,10	8,35
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	281,57	40,80	33,60	28,60
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,0354	0,0051	0,0042	0,0036
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		19 699	20 288	20 696
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		400	450	500
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		160 000	180 000	200 000
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		16,2	17,7	19,3
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,179	0,171	0,141	0,120
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu (A _{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 180 000 zł		SPBT= 17,7 lat		

Przyjęto jako optymalny wariant nr 2 przy założeniu, że inwestycja związana z termomodernizacją budynku zostanie zrealizowana w 2021 r., po zmianie wymagań podanych w Warunkach Technicznych.

W przypadku podjęcia przez Inwestora decyzji o termomodernizacji budynku najbardziej uzasadnioną ekonomicznie warstwą docieplenia dachu jest warstwa o grubość 25 cm

7.2.3. Strop nad piwnicą

Z uwagi na aktualną wysokość pomieszczenia /2,90m/ nie widzi się technicznej możliwości docieplenia w.w. przegrody

7.2.4. Stolarka okienna zewnętrzna

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji			Przedsięwzięcie	
			Wymiana okien w mieszkaniach	
Dane:	powierzchnia okien	$A_{ok} = 7,0 \text{ m}^2$	$C_w = 1$	
		$V_{nom} = 1\,358 \text{ m}^3/\text{h}$		
		$V_{obl} = 2\,291 \text{ m}^3/\text{h}$		
		$V_{PN-12831} = 1\,555 \text{ m}^3/\text{h}$		
Opis wariantów usprawnienia				
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U, z wbudowanymi nawiewnikami:				
wariant 1 : okna o współczynniku		$U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$		
wariant 2: okna o współczynniku		$U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$		
wariant 3: okna o współczynniku		$U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Wybrany wariant : 2		Koszt : 8000,0 zł	SPBT=	18,8 lat

Przyjęto jako optymalny wariant nr 2 przy założeniu, że inwestycja związana z termomodernizacją budynku zostanie zrealizowana w 2021 r., po zmianie wymagań podanych w Warunkach Technicznych.

7.4. Usprawnienia zmniejszające zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie wentylacyjnego

Z uwagi na charakter budynku nie przewiduje się wyposażenia obiektu w instalację wentylacji mechanicznej wraz z rekuperacją. Przewiduje się podczas wymiany stolarki okiennej montaż w oknach higrosterowalnych nawietrzaków okiennych.

7.5. Usprawnienia zmniejszające zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Zużycie energii cieplnej dla podgrzewania wody użytkowej, może wynieść dla całego obiektu 260,0 GJ/rok, średnio 702 777,7 kWh/rok odpowiada to przyjęciu normy – wymaganego podgrzewania na dobę dla 1 osoby 5 l ciepłej wody od temp +5 °C do 40 °C. Jest to wartość nie przewyższająca ogólnie stosowane normy zużycia ciepłej wody dla tego typu budynków.

7.6. Zestawienie usprawnień zmniejszających zapotrzebowanie na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przez przegrody zewnętrzne, oraz modernizacji systemu wentylacji

Wybrane i wstępne zoptymalizowane w p. 7.1-7.3 usprawnienia termo-modernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku dzięki ograniczeniu strat ciepła przez przegrody zewnętrzne i modernizacji systemu wentylacji oraz przygotowania c.w.u., uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT zestawiono w Tabeli Wybrane usprawnienia termo-modernizacyjne wg rosnącej wartości SPBT.

Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji cwu	-	-
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	403 920	20,5
3	Ocieplenie stropodachu+ wymiana poszycia dachowego + wymiana konstrukcji więźby dachowej	180 000	17,7
4	Wymiana okien	8 000,0	18,8
5	Wyrównanie poziomu posadzki i ocieplenie podłogi w piwnicy	144 000,0	42,1

7.7 Usprawnienia poprawiające sprawność systemu ogrzewania

7.7.1 Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych, poprawiających sprawność systemu grzewczego.

Niniejszy rozdział obejmuje:

- wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych, poprawiających sprawność systemu ogrzewania;
- zestawienie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych ze wskazanych usprawnień;
- wybór optymalnego wariantu poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

7.8. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego (trzeci krok optymalizacyjny).

Dane: $Q_{0co} = 778$ GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

- Instalacja co w złym stanie technicznym
- Zainstalowane są grzejniki żeliwne
- Brak zaworów termostatycznych
- Kotłownia w złym stanie technicznym

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do wymagań technicznych:

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Montaż dodatkowych 2 obiegów grzewczych	2	15 000,0	30 000,0
2	Montaż pomp ciepła dla mieszkań lokatorskich	2	25 000,0	50 000,0
3	Montaż nowej instalacji centralnego ogrzewania w pomieszczeniach budynku szkoły	1 kpl	75 000,0	75 000,0
4	Montaż nowej instalacji technologicznej kotłowni wodnej	1 kpl	200 000	200 000

5	Opomiarowanie wody zimnej dla mieszkań lokatorskich	1 kpl	50 000	50 000
koszt			zł	405 000,0

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności		
		przed		po
	Rodzaj systemu zasilania	MSC		MSC
1	sprawność wytwarzania	$\eta_{Hg} =$	0,86	$\eta_w =$ 0,91
2	sprawność przesyłu	$\eta_{Hd} =$	0,96	$\eta_p =$ 0,96
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{He} =$	0,77	$\eta_r =$ 0,97
4	sprawność akumulacji	$\eta_{Hs} =$	1,00	$\eta_e =$ 1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,64	$\eta =$ 0,85
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	$w_t =$ 0,75
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d =$	1,00	$w_d =$ 0,85

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	kotłownia gazowa, moc 100 kW	Wymiana kotłów na nowe-kondensacyjne
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody poziome izolowane (zły stan izolacji - przyjęto średnią sprawność dla przypadku braku izolacji - 0,8 i przypadku izolacji zgodnie z przepisami - 0,9), pionowe nieizolowane	przewody poziome izolowane, pionowe izolowane
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja centralna, bez regulacji miejscowej	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	praca ciągła	Praca z obniżeniem dobowym - 12/12 i tygodniowym 5/7

7.9. Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,1896	0,146
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	778	408,4
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,64	0,85
4	Obniżenie nocne	-	1,00	0,85
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	0,75
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1223,4	307,2
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	95 425,2	23 961,6
11	Różnica	zł/rok		71 463,6
12	Koszt	zł		405 000,0
13	SPBT	lat		5,60

7.10 Przedsięwzięcie elektroenergetyczne - Instalacja elektryczna

7.11. Dobór rozwiązania dla rozważanego obiektu

Założono, że z uwagi na istniejący stan zagospodarowania działki, na której zlokalizowany jest budynek Szkoły, jedynym dostępnym miejscem na montaż instalacji jest jego dach. Bryła budynku jest zbliżona do prostokąta o wymiarach 16 x 18,0 m, wysokość w kalenicy wynosi 18,0 m, a powierzchnia całkowita jest równa 280 m². Z uwagi na orientację obiektu względem głównych kierunków świata (oś dłuższa budynku północ - południe) najefektywniejsze umiejscowienie instalacji jest kierunek południowy, której powierzchnia netto (po odliczeniu pow. okien dachowych, kominów, kominków wentylacyjnych, wyższych obiektów itp.) wynosi ok. 250 m².

7.12. Dobór instalacji

Na podstawie omówionych wcześniej założeń przyjęto rozwiązanie instalacji fotowoltaicznej składającej się z 72 paneli monokrystalicznych 390-410Wp (gdzie Wp oznacza moc szczytową przy pełnym nasłonecznieniu), o powierzchni całkowitej 129,0 m² i powierzchni zabudowy ok.250 m² (odstęp między rzędami paneli PV), falownika trójfazowego 29,80 kW/ 3 faz on grid, okablowania oraz dwukierunkowego licznika energii. Całkowita moc tej instalacji jest równa 29,8 kWp. Liczba paneli i ich rozmieszczanie w kierunku ½ - 36 szt. wschodnim i ½ 36 szt. w kierunku zachodnim zapewnia prawidłowe nasłonecznienie siłowni PV .

Analizując dotychczasowe miesięczne zużycie energii kształtujące się na poziomie

1200 kWh/mies., przyjęto, że instalacja w miesiącach wiosenno-letnich będzie pokrywała zapotrzebowanie w ok. 88%, w pozostałym okresie, z uwagi na mniejsze nasłonecznienie, produkowana ilość energii będzie mniejsza. Prognozowaną wielkość miesięcznie produkowanej energii elektrycznej (przy uwzględnieniu lokalnych warunków heliograficznych) przedstawiono w tabeli 1. Prognozowana roczna produkcja $E_{pr} = 15,8 \text{ MWh}$.

TABELA 1. Przewidywana miesięczna produkcja energii elektrycznej

I	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
282	282	1695	1680	1129	2830	2830	2250	4000	3000	1850	560	220

Przewidywana chwilowa moc maksymalna generatora fotowoltaicznego
– 29,8 kWp, 29,80 tys kWh/rok

7.13. Analiza opłacalności

W przeprowadzonej analizie opłacalności zakupu i eksploatacji instalacji fotowoltaicznej przyjęto następujące założenia:

- średnie miesięczne zużycie energii elektrycznej 1200 kWh
- aktualny koszt energii elektrycznej brutto (uwzględniający opłaty stałe i zmienne) ponoszony przez właściciela wynosi 0,73 zł/kWh
- szacowany roczny wzrost cen energii elektrycznej 5%
- roczny spadek mocy modułów 0,7%
- koszt wykonania instalacji fotowoltaicznej oraz wymiany opraw na LED ok. 150 000,00 zł brutto
- roczne koszty przeglądów, konserwacji i drobnych napraw bieżących 0,5% wartości początkowej instalacji.

Średnie roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną analizowanego budynku przy dotychczasowym sposobie użytkowania wynosi założono - 15 000 kWh do 20 000,0 kWh. Szacowana ilość energii elektrycznej produkowana w ciągu roku przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną wyniesie 29 800,00 kWh, stąd w rocznym bilansie energetycznym budynku różnica równa 9,800,00 kWh będzie musiała zostać zakupiona z sieci energetycznej. Poniesione nakłady inwestycyjne zwrócą się w 24 roku eksploatacji instalacji.

7.14. Efekt ekonomiczny

Oszczędność zużycia energii elektrycznej:

1	2	3	4
1.	Zamówiona moc elektryczna w OSD	kW	$P_{baz.} = 15,00$
2.	Energia elektryczna pobierana przez oświetlenie w stanie bazowym – przed modernizacją /15tys kWh*2/3/	kWh	$E_{baz.} = 10\ 000,00$
3.	Zainstalowana moc źródeł energii odnawialnej po modernizacji	kW	$P_m = 29\ 800,0$
4.	Energia elektryczna wytworzona po modernizacji	kWh	$E_m = 29\ 800,0$
5.	Zużycie energii po modernizacji na potrzeby oświetlenia	kWh	$\Delta E_{akt} = 1\ 500,0$
6.	Średnia cena energii elektrycznej	zł/kWh	$C_{el.} = 0,73$
7.	Osiągnięty efekt ekonomiczny	zł	$EE_{el.} = 6\ 250,0$

8.	SPBT	lat	24,0
----	------	-----	------

7.15. Efekt ekologiczny.

Wskaźniki emisji przyjęto zgodnie z komunikatem dotyczącym emisji dwutlenku węgla przypadającej na 1 MWh energii elektrycznej ogłoszonym przez Kobize - WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO₂, SO₂, NO_x, CO i TSP dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji (grudzień 2022) wynosi **-182,1 g CO₂/ MJ**

	Jednostka	CO ₂
Emisja przed modernizacją	Mg	6,55
Emisja po modernizacji	Mg	0,00
Ilość zaoszczędzonej emisji CO ₂	Mg	6,55

Redukcja emisji MgCO₂/rok – 6,55

7.16. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (czwarty krok optymalizacyjny)

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustaw
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego war.opt

7.17. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu						
		1	2	3	4	5	6	7
0	Fotowoltaika i oświetlenie LED + wymiana instalacji elektrycznej w budynku szkoły	X	X	X	X	X	X	X
1	Wymiana instalacji co i kotłowni	X	X	X	X	X	X	X
2	Modernizacja instalacji cwu	X	X	X	X	X	X	
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	X	X		
4	Ocieplenie stropodachu+ wymiana konstrukcji + wymiana poszycia	X	X	X	X			
5	Wymiana okien (z montażem nawiewników)	X	X	X				
6	Ocieplenie i wyrównanie podłogi w piwnicy	X	X					
7	Wymiana okien na klatce schodowej	X						

7.18. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
0	Instalacja PV	150 000,0	2 000	352 000,0
1	1+2+3+4+5+6+7	1 047 234	5 000	1 052 234
2	1+2+3+4+5+6	1 045 074	5 000	1 050 074
3	1+2+3+4+5	991 174	5 000	996 174
4	1+2+3+4	831 220	5 000	836 220
5	1+2+3	471 220	5 000	476 220
6	1+2	67 300	5 000	72 300
7	1	66 300	5 000	71 300

7.19. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.	
warianty	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Opłata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Opłata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok
1	0,1000	700	0,610	0,85	975	76 921	0,0144	72	5 693	0,1144	1047
2	0,1050	750	0,610	0,85	1 045	82 411	0,0144	72	5 693	0,1194	1117
3	0,1110	858	0,610	0,85	1 196	94 259	0,0144	72	5 693	0,1254	1267
4	0,1300	900	0,610	0,85	1 254	98 902	0,0144	72	5 693	0,1444	1327
5	0,1470	1 000	0,610	0,85	1 393	109 896	0,0144	72	5 693	0,1614	1467
6	0,1896	1 388	0,610	0,85	1 933	152 451	0,0144	72	5 693	0,2040	2007
7	0,1896	1 388	0,610	0,85	1 933	152 451	0,0144	72	5 693	0,2040	2007
0-stan istniejący	0,1896	1 388	0,530	0,75	1 963	154 813	0,0144	72	5 693	0,2040	2037

3 wariant wybrany do realizacji

¹⁾ - wyniki z programu Instaltherm HCR - obliczenie mocy i zużycia ciepła

²⁾ - wyniki wg załącznika nr 4

7.20. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego /bez instalacji elektroenergetycznej/

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 3** obejmujący usprawnienia:

- modernizacja kotłowni gazowej wymiana kotłów oraz technologii kotłowni , wymiana instalacji co w budynku szkoły + montaż dwóch obiegów grzewczych dla mieszkań lokatorskich w tym montaż 2 pomp ciepła typu powietrze-woda

- ocieplenie stropodachu + wymiana poszycia oraz konstrukcji więźby

- ocieplenie ścian zewnętrznych + odwodnienie i ocieplenie ścian poniżej poziomu gruntu

- wymiana okien ok. 7m² z montażem nawiewników higrosterowanych

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 75% czyli powyżej 25%

UWAGA-przy zmianie zadeklarowanych środków własnych inwestora jest potrzebna zmiana części audytu.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

1. System ogrzewczy : modernizacja i wymiana instalacji ogrzewczej obejmująca

a) Montaż dla 2 mieszkań lokatorskich dwóch pomp ciepła typu powietrze woda + montaż 2 obiegów grzewczych w mieszkaniach lokatorskich opartych o klimakonwektory wentylatorowe wykonanie nowej instalacji podgrzewu CWU odrębnie dla każdego z mieszkań 2 kpl

b) Montaż nowej instalacji co w budynku szkoły 1 kpl

c) Wymiana na nowe, kondensacyjne kotłów grzewczych + montaż nowej technologii kotłowni 1 kpl

d) Opomiarowanie /licznik wody/ zużycia wody przez mieszkania lokatorskie /dodatkowo/ 2 kpl

2. Ocieplenie stropodachu przez położenie na istniejącej konstrukcji wełny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}$), o grubości 25 cm, wymiana pokrycia dachowego-błacha stalowa + wymiana drewnianej konstrukcji więźby dachowej z uwzględnieniem na montażu kolektorów PV 1 kpl

4. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/(m K)}$), o grubości 15 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem. 1 kpl

5. Odwodnienie zgodnie z ekspertyzą posiadaną przez Inwestora ścian zewnętrznych poniżej poziomu gruntu oraz hydroizolacja i ocieplenie. 1 kpl

6.Wyrównanie poziomu posadzki / ok. 30-50cm / i ocieplenie podłogi na gruncie w piwnicy budynku 1 kpl

7. Wymianę 3 szt. wytypowanych istniejących okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ wraz z montażem nawiewników ok. 7,0 m² 3 szt

8. Dokumentacja projektowa zatwierdzona przez Inwestora oraz właściwy Organ Nadzoru Budowlanego do pozycji 1-7 1 Kpl.

9.Montaż systemu fotowoltaiki PV 29,8 kWp oraz wymiana na nowe opraw oświetleniowych LED + wymiana instalacji elektrycznej w budynku szkoły 1 kpl

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Wymiana i modernizacja instalacji c.o. cwu i technologii kotłowni, opomiarowanie wody i energii elektrycznej dla mieszkań lokatorskich	-	405 000,0	405 000,0
3	Ocieplenie stropodachu + wymiana poszycia dachowego - blacha stalowa + wymiana konstrukcji drewnianej z uwzgl. posadowienia kolektorów PV	400	450	180 000,0
4	Wyrównanie i ocieplenie podłogi na gruncie w piwnicy, wykonanie nowego pokrycia powierzchni	250	576	144 000,0
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych w tym odwodnienie i ocieplenie ścian zagłębionych poniżej poziomu terenu	979	360	403 920,0
6	Wymiana okien wraz z montażem nawiewników	7	1150	8 000,0
7	Odwodnienie, hydroizolacja, ocieplenie ścian poniżej poziomu gruntu	108	463	50 000,0
8	Koszt audytu	-	-	5 000
9	System fotowoltaiki + oświetlenie LED + wymiana instalacji elektrycznej w budynku szkoły	-	-	352 000,0
			SUMA	1 545 920,0

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	1 545 920,0 zł
Udział środków własnych inwestora:	386 480,0 zł
Kredyt bankowy:	1 159 440,0 zł
Przewidywana premia termo modernizacyjna:	
Czas zwrotu nakładów SPBT	21,0

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)