

PRACOWNIA PROJEKTOWO - AUDYTORSKA

93-420 Łódź ul. Amatorska 15

tel. Kom. 500 279 569 e-mail: miscibiorek@wp.pl

REGON 470542636

NIP 7280250982

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



Adres obiektu	kod: 96 – 230 .miejscowość : Stara Wieś 17 gmina: Biała Rawska powiat: rawski województwo: łódzkie
Wykonawca	imię i nazwisko: inż. Michał Ścibiorek upr. 253/86/WŁ., audytor energetyczny K.A.P.E nr 0123 nr opracowania: 83/2024

Łódź czerwiec 2024

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek szkolny		1.2 Rok budowy
	Brak danych		
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Biała Rawska	1.4 Adres budynku	Stara Wieś 17 96 – 230 Biała Rawska
2. Nazwa, nr REGON i adres firmy wykonującej audyt: Pracownia Projektowo - Audytorska 93-420 Łódź ul. Amatorska 15 REGON 470542636 Tel. Kom. 0 500 279 569			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: inż. Michał Ścibiorek 93-420 Łódź ul. Amatorska 15 upr. bud. nr 256/86/WŁ, autoryzacja audytora KAPE nr 0123			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1			
2			
3			
5. Miejscowość. Łódź data wykonania opracowania: czerwiec 2024			
6. Spis treści:			strony
1. Strony tytułowe			1,2
2. Karta audytu energetycznego			3,4
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			5,6
4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku			7-10
5. Ocena stanu technicznego budynku			10-11
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			12
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			13
8. Opis optymalnego wariantu			23
Załączniki			30-31
Instalacja PV + instalacja elektryczna oświetleniowa			32 - 38

2. Karta audytu energetycznego budynku *)

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna/murowana	
2.	Liczba kondygnacji	1+poddasze + piwnice	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1972,6	
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	638,5	
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	-	
6.	Udział powierzchni lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	80	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Przepływowe podgrzewacze elektryczne	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Kocioł olejowy	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,32	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne /fundamentowe	1,14/1,10	0,17
2.	Stropodach (keramzyt)	0,41	0,14
2a.	Stropodach ocieplony	0,30	0,15
3.	Podłoga w piwnicy	0,39	0,39
3a.	Podłoga na gruncie	0,24	0,24
4.	Strop nad piwnicą	0,89	0,89
5.	Okna	1,20	1,20
6.	Drzwi zewnętrzne	1,45	1,45
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	2,60
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,77
4.	Sprawność akumulacji	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerwy 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 C.W.U.			
1.	Sprawność wytwarzania	-	-
2.	Sprawność przesyłu	-	-
3.	Sprawność akumulacji	-	-
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały

Audyt energetyczny budynku: : Szkoły Podstawowej im. Marii Konopnickiej w Starej Wsi,
Stara Wieś 17, 96 – 230 Biała Rawska

3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	1972,6	1972,6
4.	Liczba wymian [1/h]	1,0	1,0
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	97,72	54,89
2.	Obliczeniowa moc cieplna na potrzeby cwu [kW]	-	-
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	728,98	354,61
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 375,43	234,84
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie cwu [GJ/rok]	-	-
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak danych	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)[GJ/rok]	Brak danych	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	317,39	154,40
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	598,86	102,25
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	11,00
11.	Energia pierwotna [kWh/m ² rok]	658,74	112,47
12.	Redukcja energii pierwotnej %	0	82,93
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1GJ na ogrzewanie **) [zł]	134,58	208,50
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	-	-
3.	Opłata za podgrzanie 1 GJ wody użytkowej**) [zł]	-	-
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² pow. Użytkowej miesięcznie [zł]	7,21	2,66
6.	Opłata abonamentowa na miesiąc [zł]	-	-
7.	Inne - [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego			
Planowane koszty instalacji PV [zł]	-	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	51,36
Planowane koszty całkowite [zł]	1 450 090	SPBT [lat]	8,72
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	166 304		
*) – dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku **) – opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii ***) – stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii			

9. Inne
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE/ NIE ZOSTANIE zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej16,8. kW.
Z audytu WYNIKA / NIE WYNIKA , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy

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

a. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja budowlana z 2024r.

b. Inne dokumenty:

- Normy i rozporządzenia:
 - Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz. U. Nr.223, poz.1459. Dalej zwana *Ustawą termo modernizacyjne*.
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 2022 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. Audytów termo modernizacyjnego*.
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury 2022 r (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” (Dz. U. Nr 75, poz. 690); ostatnia zmiana z dn. 6 listopada 2008 r. Dalej zwane *Warunkami Technicznymi.2014*
 - Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń”.
 - PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
 - 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”

- PN – EN ISO 13790:2008 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia
- Rozporządzenie MTBiGM Dz. U. poz. 926 z sierpnia 2013
- Rozporządzenie MiiR(Dz. U. poz.888) z lipca 2014
- Rozporządzenie MliR (Dz.U. poz. 1606) z września 2015

c. Osoby udzielające informacji:

Właściciel budynku

d. Data wizji lokalnej:

22.05.2024

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie ścian zewnętrznych
 - ocieplenie dachu i stropodachu
 - modernizacja systemu c.o. + cwu
 - wymiana źródła ciepła
 - montaż instalacji PV
 - modernizacja systemu oświetleniowego

f. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termo modernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia :

4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku

4.a. Ogólne dane o budynku

Własność	☐ prywatna ☐ spółdzielcza ☒ komunalna
Przeznaczenie budynku	☐ mieszkalny ☐ mieszkalno-usługowy ☒ inny: szkolny
Adres	96 – 230 Stara Wieś 17 Gmina Biała Rawska
Budynek	☐ w zabudowie szeregowej ☐ bliźniak ☐ segment w zabudowie szeregowej ☒ wolnostojący ☐ jednorodzinny ☐ wielorodzinny

Rok budowy		Brak danych		Rok zasiedlenia		Brak danych	
Technologia budynku		☐ UW-2Ż – Cegła Żerańska		☐ RWB	☐ BSK	☐ RBM-73	☐ RWP-75
☐ PBU-59	☐ PBU-62	☐ UW 2-J	☐ WUF-62	☐ WUF-T	☐ OWT-67	☐ OWT-75	☐ “Szczecin”
☐ W-70	☐ Wk-70	☐ SBM-75	☐ ZSBO	☐ “Stolica”	☐ monolit	X tradycyjna	☐ ramowa
☐ szkieletowa		☐ inna – określić:					
1	Powierzchnia zabudowana [m ²]		600,0	10	Budynek podpiwniczony - częściowo		X tak ☐ nie
2	Kubatura budynku [m ³]		Ok. 3 945	11	Liczba klatek schodowych		1
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, logii i galerii [m ³]		1 972,6	12	Liczba kondygnacji		1+ poddasze + piwnice
4	Powierzchnia użytkowa brutto [m ²]		638,5	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]		2,2/3,16/2,46
5	Powierzchnia komunikacji [m ²]			14	Liczba użytkowników		80
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²] (podaj przeznaczenie pomieszczeń)		0	15	Liczba mieszkań		-
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] (podaj przeznaczenie pomieszczeń)		0	16	Liczba mieszkań z WC w łazience		-
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]		0	17	Liczba mieszkań z WC osobno		-
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m ²] (4+5+6+7+8)		638,5				

4 c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek w wybudowany w technologii tradycyjnej z cegły palonej dwustronnie tynkowany, jako budynek użyteczności publicznej w zabudowie wolnostojącej, jednokondygnacyjny, z poddaszem i częściową piwnicą, w części jednopiętrowy. Ściany murowane otynkowane dwustronnie nieocieplone. Układ konstrukcyjny poprzeczny, stropodach żelbetowy ocieplony warstwą keramzytu, w części wysokiej nieocieplony, dach ocieplony miękką płytą pilśniową, więźba dachowa drewniana nieocieplona, kryta papą, podłoga w piwnicy wylewana nieocieplona. W budynku znajduje się instalacja elektryczna, wod-kan, c.o. Okna w pomieszczeniach PCV po wymianie w dobrym stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U = 1,20$,. Drzwi wejściowe PCV w dobrym stanie technicznym, $U = 1,45$.

Inwentaryzacja budowlana stanowi osobne opracowanie

4.d Charakterystyka energetyczna budynku

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Zamówiona moc cieplna na c.o.	-
2	Zamówiona moc cieplna na c.w.u. (q śr)	-
3	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o.	97,72 kW
4	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	-
5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	728,98 GJ
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	1 375,43 GJ
7	Taryfa opłat (brutto): Opłata stała (za moc zamówioną + za przesył) miesięcznie zł/MW Opłata zmienna zł/GJ Opłata abonamentowa miesięcznie zł	- 134,58 -

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z kotła olejowego z zamkniętą komorą spalania
2	Parametry pracy instalacji	70/55
3	Przewody w instalacji	Stal,
4	Rodzaje grzejników	niskopojemnościowe
5	Ośłonięcie grzejników	brak
6	Zawory termostatyczne	tak
7	Zabezpieczenie	Naczynie ciśnieniowe w kotłowni
8	Odpowietrzenie	pionami
9	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/ liczba godzin na dobę	7 / 24
10	Modernizacja instalacji po 1985	nie

L.p.	Opis	Wartości współczynników sprawności	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80
3	Regulacja i wytwarzanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	0,95
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η_{tot}	0,53
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00

Sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku $\eta_{tot} = 0,53$

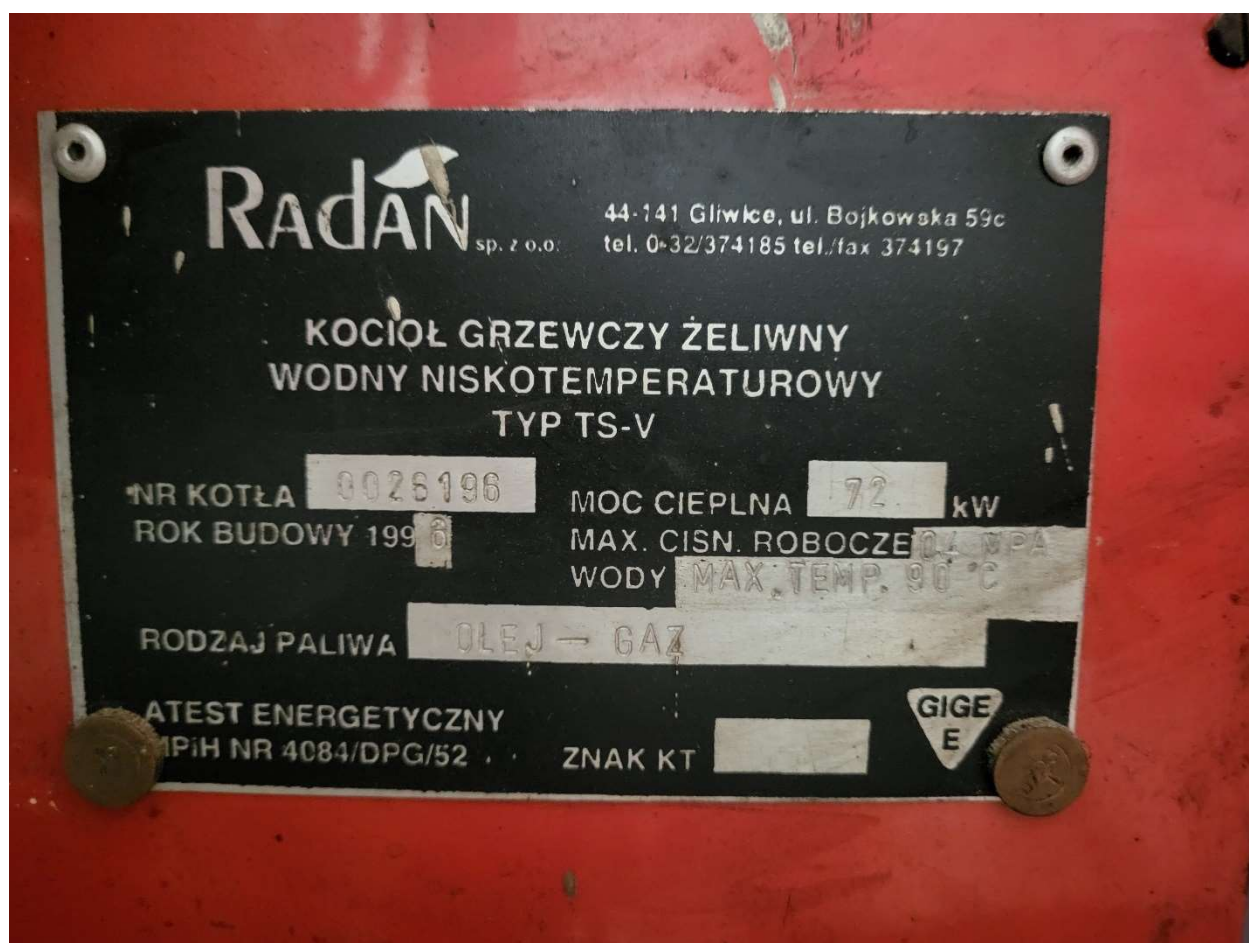
4 f . Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	Elektryczne podgrzewacze przepływowe
2	Przewody	-.
3	Zbiornik akumulacyjny	-
4	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	-

4 g. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Kocioł olejowy o mocy 72 kW, rok budowy 1998 , zasilający instalację c.o.

Audyt energetyczny budynku: : Szkoły Podstawowej im. Marii Konopnickiej w Starej Wsi,
Stara Wieś 17, 96 – 230 Biała Rawska



4 h. Charakterystyka systemu wentylacji

L.p.	Rodzaj danych	Rodzaj danych
1	Rodzaj instalacji	grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ / h	1 972,6
3	Krotność wymian 1/h	1,0

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

a. Przegrody zewnętrzne

Przegroda	U, W/m ² K	U, m ² K/W	
	Istniejące	Wymagane*	
Ściany zewnętrzne	1,14	0,88	0,20
Stropodach / stropodach	0,41/0,30	2,44/3,33	0,15
Strop nad piwnicą	0,89	1,12	0,25
Podłoga w piwnicy	0,39	2,56	0,30

*) – wartości wymagane, Wytyczne Techniczne 2014(dla 2021)

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od obecnie obowiązujących.

b. Okna i drzwi

Przegroda	U, W/m ² K istniejące	U, W/m ² K wymagane
Drzwi zewnętrzne	1,45	1,3
Okna zewnętrzne	1,20	0,9

Stolarka okienna i drzwiowa nie spełnia obowiązujących norm.

c. System grzewczy

Instalacja c.o. wykonana z rur stalowych, grzejniki niskopojemnościowe z termostatami.

d. System zaopatrzenia w c.w.u.

Brak instalacji centralnej cwu. Odbiorniki zasilane z elektrycznych przepływowych podgrzewaczy.

e. Wentylacja

Wentylacja grawitacyjna pomieszczeń użytkowych realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka poprzez nieszczelności stolarki okiennej.

Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela.

6. Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

I.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m ² K]	Ocieplenie ścian zewnętrznych, ocieplenie dachu i stropodachu Ocieplenie ścian piwnicznych
2	<u>Okna i drzwi zew.</u> W dobrym stanie technicznym o niskim współczynniku przenikania ciepła U [W/m ² K],	Nie dotyczy
3	<u>Wentylacja grawitacyjna</u> Funkcjonowanie wentylacji grawitacyjnej jest prawidłowe	Nie dotyczy
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Elektryczne przepływowe podgrzewacze wody	Nie dotyczy
5	<u>System grzewczy</u> Budynek ogrzewany kotłem olejowym z zamkniętą komorą spalania	Wymiana źródła ciepła
6	<u>System oświetlenia wbudowanego</u>	Kompleksowa wymiana systemu oświetlenia wbudowanego

7. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termo modernizacyjnego wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

I.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany	Ocieplenie styropianem 0,031
2.	j.w. przez dach	Ocieplenie styropapą 0,031
2a.	j.w. przez stropodach	Ocieplenie granulatem z wełny mineralnej 0,036
3.	j.w. przez posadzkę	Nie dotyczy
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stolarkę	Nie dotyczy
5.	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	Nie dotyczy
6.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Nie dotyczy
7.	Kompleksowa wymiana sytemu oświetlenia wbudowanego	Wymiana źródeł światła wraz z okablowaniem i tablicami zabezpieczającymi

8. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

a. Wskazanie rodzajów usprawnień termo modernizacyjnego dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

I.p.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych, dachu, stropu,
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Zmiana źródła ciepła

b. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. Zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

Audyt energetyczny budynku: : Szkoły Podstawowej im. Marii Konopnickiej w Starej Wsi,
Stara Wieś 17, 96 – 230 Biała Rawska

- a) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne,
- b) zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo modernizacji	
t_{w0}	+ 20	bez zmian	$^{\circ}\text{C}$
t_{z0}	- 20	b.z.	$^{\circ}\text{C}$
S_d – dla przegród zewnętrznych	3 696	b.z.	dzień·K/a
O_{0m} , O_{1m}			zł/MW/m-c
O_{0z} , O_{1z}	134,58	208,50	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1}	b.z.	b.z.	zł/mc

Wyliczenie opłat w załączniku nr 1.

7.1.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat				A = 683,00 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				A _{koszt} = 683,00 m ²		
Opis wariantów usprawnienia: Przewiduje się docieplenie analizowanego ściany zewnętrznej styropianem 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 będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika $U_c \leq 0,20 W/(m^2 \cdot K)$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,18	0,20
2	Współczynnik U _c	(m ² ·K)/W	1,14	0,17	0,15	0,14
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	248,64	37,08	32,72	30,53
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A (t_{W0} - t_{Z0}) \cdot U_c$	MW	-	-	-	-
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12 (q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		28 472	29 059	29 353
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		250	260	280
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		170 750	177 580	191 240
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		5,99	6,11	6,52
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla analogicznych z analizowanym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ściany(A _{koszt}).						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 170 750 zł		SPBT= 5,99 lat		

7.1.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat				A = 371,00 m²		
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				A _{koszt} = 371,00 m²		
Opis wariantów usprawnienia: Przewiduje się docieplenie analizowanego stropodachu styropapą 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 będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika U _c ≤0,15W/(m²·K)						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,16	0,18
2	Współczynnik U _c	(m²·K)/W	0,41	0,14	0,13	0,12
3	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	48,57	16,59	15,40	14,22
4	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	-	-	-	-
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} =(Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		4 304	4 464	4 623
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m²		240	250	260
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		89 040	92 750	96 460
8	SPBT=N _U /ΔO _{ru}	lata		20,69	20,78	20,87
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m² wg cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla analogicznych z analizowanym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu(A _{koszt}).						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 89 040 zł		SPBT= 20,69 lat		

7.1.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach ocieplony		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat				A = 150,00 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				A _{koszt} = 150,00 m ²		
Opis wariantów usprawnienia: Przewiduje się docieplenie analizowanego stropodachu granulatem z wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 0,036 W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1 – o grubości warstwy izolacji przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika $U_c \leq 0,15 W/(m^2 \cdot K)$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16
2	Współczynnik U _c	(m ² ·K)/W	0,30	0,15	0,14	0,12
3	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	14,37	7,19	6,71	5,75
4	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	-	-	-	-
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} =(Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		966	1 031	1 160
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		160	180	200
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		24 000	27 000	30 000
8	SPBT=N _U /ΔO _{ru}	lata		24,84	26,19	25,86
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla analogicznych z analizowanym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu(A _{koszt}).						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 24 000 zł		SPBT= 24,84 lat		

7.1.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termo modernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lat
1	2	3	4
1	Ocieplenie ściany zewnętrznej	170 750	5,99
2	Ocieplenie stropodachu $U_c = 0,41$	89 040	20,69
3	Ocieplenie stropodachu $U_c = 0,30$	24 000	24,84
4	Ocieplenie ściany fundamentowej	85 000	Bez wymagań

8. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane : $Q_{0co} = 728,98$ GJ/a

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

1. Montaż zespołu powietrznych pomp ciepła o łącznej mocy do 60 kW
2. Montaż osprzętu łącznie ze zbiornikiem buforowym i aparaturą sterującą

Koszt całkowity usprawnienia: 818 000 zł

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

L.p.	Opis	Zmiana wartości współczynników sprawności		
			przed	po
1	Rodzaj systemu zasilania		Kocioł olejowy	Zespół pomp ciepła
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91	2,60
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80	0,80
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,77	0,77
5	Akumulacja ciepła	η_s	0,95	0,95
6	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η	0,53	1,51
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00	1,00
8	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00	1,00

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	Kocioł olejowy	Zespół pomp ciepła + kocioł olejowy
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	Instalacja istniejąca stal	Instalacja istniejąca stal
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	Regulacja miejscowa	Regulacja miejscowa i centralna
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	Zasobnik buforowy	Zasobnik buforowy.
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	Brak	Brak

9. Ocena proponowanego przedsięwzięcia

l.p.	Omówienie	jednostka	Stan istn.	Stan po modern.
1	Moc obliczeniowa CO	kW	97,72	97,72
2	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	728,98	728,98
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania h	-	0,53	1,51
4	Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 375,43	482,77
6a	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	kWh/rok		134 210
6b	Udział kotłowni olejowej 45%	kWh/rok		60 395
6c	Energia elektryczna z instalacji PV o mocy 14,4 kWp	kWh/rok		14 337
6d	Energia elektryczna z sieci PGE	kWh/rok		59 663
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	185 105	73 984
8	Roczna opłata stała	zł/rok	-	-
9	Roczny abonament	zł/rok	-	-
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym grzewczym	zł/rok	185 105	73 984
11	Różnica	zł/rok		111 121
12	Koszt	zł		818 000
13	SPBT	lat		7,36

Kotłownia olejowa pozostaje jego źródło szczytowe. Udział kotłowni olejowej 45%.

9.1. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje :

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termo modernizacyjnego
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termo modernizacyjnego pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

9.1.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termo modernizacyjnego

Rozpatruje się następujące warianty:

Zakres	Nr wariantu					
	1	2	3	4	5	6
Modernizacja systemu grzewczego	X	X	X			
Ocieplenie stropodachu	X	X				
Ocieplenie ściany zewnętrznej	X					

9.1.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

warianty	c.o.						c.w.u.			c.o. + cwu				
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	wd	$Q_{co} * wd / \eta$	Opłata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Opłata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Opłata c.o.+c.w.u.	DQ_{co+cwu}	Oszczędn.
-	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,05489	354,61	1,51	1,00	234,84	35 766	-	-	-	0,05489	234,84	35 766	1 140,59	149 339
2	0,07814	554,15	1,51	1,00	366,99	55 893	-	-	-	0,07814	366,99	55 893	1 008,44	129 212
3	0,09772	728,98	1,51	1,00	482,77	73 984				0,09772	482,77	73 984	892,66	111 121
0	0,09772	728,98	0,53	1,00	1 375,43	185 105	-	-	-	0,09772	1 375,43	185 105		
										11 = 2 + 8	12 = 6 + 9	13 = 7 + 10		

– wyniki z arkusza kalkulacyjnego

Udział kotłowni olejowej 45%

Udział instalacji PV 11%

Udział energii elektrycznej z sieci PGE 44%

Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięci termo modernizacyjnego

L,p,	Wariant przedsięwzięcia termo modernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię użytkową	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię końcową
	-	zł	Zł/rok	%	%
1	2	3	4	5	6
1	Montaż zespołu pomp ciepła wraz z modernizacją instalacji c.o. Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie stropodachu Instalacja PV + magazyn energii	1 350 090	149 339	51,36	82,93
2	Montaż zespołu pomp ciepła wraz z modernizacją instalacji c.o. Ocieplenie stropodachu Instalacja PV + magazyn energii	1 057 240	129 212	23,98	73,32
3	Montaż zespołu pomp ciepła wraz z modernizacją instalacji c.o. Instalacja PV + magazyn energii	981 300	111 121	0	64,90

9.1.3. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termo modernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant nr 1 obejmujący usprawnienia:

- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie ścian fundamentowych
- Ocieplenie stropodachu $U_c = 0,41$
- Ocieplenie stropodachu $U_c = 0,30$
- Modernizacja systemu grzewczego
- Montaż instalacji PV z magazynem energii
- Wymiana systemu oświetlenia wbudowanego wraz z okablowaniem i tablicami zabezpieczającymi (analiza na stronie 37,38)

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

- oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 51,36%, energię użytkową
- SPBT = 9,04 lat

Prace dodatkowe niezbędne do wykonania termomodernizacji (wymiana pokrycia dachowego, wykonanie opaski z kostki brukowej, wykonanie chodnika z kostki brukowej, remont kominów, instalacją elektryczną – zasilanie, okablowanie, gniazda, internet) – kwota 246 683,41 brutto/ 200 555,62 netto.

Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego przewidzianego do realizacji

9.2. Opis robót

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

1. Ocieplenie stropodachu $U_c = 0,30$ granulatem z wełny mineralnej gr. 12 cm , pow. Ok. 150 m²
2. Ocieplenie stropodachu $U_c = 0,41$ styropapą 0,031 gr. 15 cm, pow. Ok. 371 m²
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem 0,031 gr. 15 cm pow. 683 m²
4. Ocieplenie ściany fundamentowej styrodurem 0,031 gr 15 cm pow. 118 m²
5. Modernizacja systemu grzewczego:
 - Montaż zespołu pomp ciepła pow. / woda z napędem elektrycznym pracujących w kaskadzie o mocy 60 kW
 - Montaż bufora z osprzętem
 - Wymiana instalacji c.o. + cwu
6. Montaż instalacji PV o mocy 16,8 kWp + magazyn energii
7. Modernizacja system oświetlenia wbudowanego , wymiana źródeł światła na LED wraz okablowaniem I tablicami zabezpieczającymi – 174 oprawy.

Mogą być zastosowane inne materiały izolacyjne spełniające parametry Wytycznych Technicznych 2021 dla przegród budowlanych zewnętrznych.

9.3. 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	Ocieplenie ścian zewnętrznych	683,0	250,00	170 750
2	Ocieplenie ściany fundamentowej	118,0	720,00	85 000
3	Ocieplenie stropodachu U = 0,41	371,00	240,00	89 040
4	Ocieplenie stropodachu U = 0,30	150,00	160,00	24 000
5	Modernizacja systemu grzewczego	1	818 000	818 000
6	Montaż instalacji PV + magazyn energii	1	163 000	163 000
7	Modernizacja systemu oświetlenia wbudowanego	1	100 000	100 000
SUMA				1 450 090

Prace dodatkowe niezbędne do wykonania termomodernizacji (wymiana pokrycia dachowego, wykonanie opaski z kostki brukowej, wykonanie chodnika z kostki brukowej, remont kominów, instalacją elektryczną – zasilanie, okablowanie, gniazda, internet) – kwota 246 683,41 brutto/ 200 555,62 netto

Uwaga:

Koszty podano wg. cen rynkowych netto.

9.4. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (2)

Kalkulowany koszt robót budowlanych wyniesie	1 450 090,00	zł
Udział środków własnych inwestora 0%	0,00	zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	8,72	lat

9.5. Dalsze działania inwestora

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
2. Realizacja robót i odbiór techniczny
3. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

Załączniki do audytu

Załącznik nr 1

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Opłaty za zużycie ciepła

Założenia:

opłaty przed modernizacją

koszt oleju opałowego 5 410 zł/Mg

kaloryczność 40,2 GJ/Mg

$1 \text{ GJ} = 5\,410 / 40,2 = 134,58 \text{ zł}$

po modernizacji budynku

Koszt : ogrzewanie pompą ciepła z napędem elektrycznym zasilanym z instalacji PV oraz z PGE.

Koszt 1 kWh 0,75 zł >>> 208,50 zł/GJ

Załącznik nr 2

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,05489	354,61
2	0,07814	554,15
3	0,09772	728,98
Stan istniejący	0,09772	728,98

AUDYT ENERGETYCZNY – CZĘŚĆ ELEKTRO - ENERGETYCZNA

KARTA AUDYTU ELEKTRO- ENERGETYCZNEGO

1. Dane ogólne		Stan przed termomoderni- zacją	Stan po termomoderni- zacji
1.	Liczba modułów [szt.]	0	28
2.	Powierzchnia modułów [m2]	0	67,70
3.	Moc instalacji [kWp]	0	16,8
2. Charakterystyka energetyczna			
1.	Roczna produkcja energii elektrycznej z magazynem energii[kWh/rok]	0	19 817
2.	Roczne szacowane zużycie energii elektrycznej na potrzeby pomp ciepła [kWh/rok] PGE	0	35 907
3.	Roczne szacowane zużycie energii elektrycznej [kWh/rok] z sieci PGE	34 272	27 754
3. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania bilansu)			
1.	Jednostkowa opłata za energię elektryczną [zł/kWh] brutto (23%VAT)	0,92791	0,92791
2.	Jednostkowa opłata za energię elektryczną [zł/kWh] netto	0,75440	0,75440
3.	Całodobowa opłata za energię czynną [zł/kWh] netto	0,32100	0,32100
4.	Całodobowa opłata za skład kogeneracyjny [zł/kWh] netto	0,00158	0,00158
5.	Całodobowa opłata zmienna sieciowa [zł/kWh] netto	0,43180	0,43180
4. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacji			
1.	Koszty budowy elektrowni fotowoltaicznej z magazynem energii [zł] - netto		163 000,00
2.	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] - netto		4 889
3.	Prosty czas zwrotu SPBT [lata]		33,34

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

c. Dokumentacja projektowa:

- Brak dokumentacji projektowej

d. Inne dokumenty:

- Normy i rozporządzenia:
 - Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz. U. Nr.223, poz.1459. Dalej zwana *Ustawą termo modernizacyjną*.
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. Audytów termo modernizacyjnego*.
 - Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014r. o charakterystyce energetycznej budynków Dz. U. poz. 1200
 - Ustawa o Odnawialnych Źródłach Energii z dnia 3 kwietnia 2015r. (Dz.U. 2015 poz. 478)
 - Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektywy 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylenie dyrektywy 2004/8/WE i 2006/32/WE (Dz.Urz. UE L 315 z 114.11.2012, str. 1)
 - Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012r. Dz. U. poz. 962 w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii
 - Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2012r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej MP poz. 15 z 2012r.
 - PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
 - PN-B-02025:2001 Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego

ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ INSTALACJI PV

Moc modułu fotowoltaicznego	600 Wp
Powierzchnia modułu fotowoltaicznego	2,82 m ²
Sprawność modułu	20,5%
Sprawność przetwornicy	97,50%
Usytuowanie ogniw	teren
kierunek	Południowy
Stacja meteorologiczna	12 469 0 Sulejów 51° 21' N 19° 52' E
Liczba modułów	28
Moc instalacji	16,8 kWp
Nachylenie do poziomu	38°

Produkcja

Miesiąc	Suma całkowitego promieniowania słonecznego	sprawność modułów	sprawność przetwornicy	Energia elektryczna uzyskana z modułów	Powierzchnia modułów	ilość energii pozyskanej z modułów
	kWh/m2	%	%	kWh/m2	m2	kWh
styczeń	47,325	0,206	0,985	9,603	67,70	650,104
luty	50,269	0,206	0,985	10,200	67,70	690,546
marzec	66,567	0,206	0,985	13,507	67,70	914,431
kwiecień	104,079	0,206	0,985	21,119	67,70	1429,734
maj	150,958	0,206	0,985	30,631	67,70	2073,711
czerwiec	138,538	0,206	0,985	28,111	67,70	1903,097
lipiec	142,947	0,206	0,985	29,005	67,70	1963,664
sierpień	143,928	0,206	0,985	29,204	67,70	1977,140
wrzesień	86,053	0,206	0,985	17,461	67,70	1182,111
październik	54,947	0,206	0,985	11,149	67,70	754,807
listopad	30,622	0,206	0,985	6,214	67,70	420,655
grudzień	27,46	0,206	0,985	5,572	67,70	377,218
						14337,218

*Maksymalna ilość pozyskanej energii elektrycznej z modułów PV

W ramach realizacji przedsięwzięcia wykonany zostanie magazyn energii akumulatorowy o pojemności 2 x 12 kWh, który składać się będzie z 2 szt. baterii o użytecznej pojemności modułu sterującego - 12kWh i maksymalnej mocy wyjściowej 5 kW każda + osprzęt elektryczny.

W celu obliczenia efektu ekologicznego zastosowano poniższe założenia:

80% energii wprowadzane jest do sieci dystrybucji przez 6 miesięcy: kwiecień – wrzesień.

Godziny 12 i 13 to najczęstsze godziny dobowych mocy maksymalnych energii wprowadzonej ze źródeł PV.

$$E = P_n * k * w$$

Gdzie:

E – wartość wprowadzonej dodatkowej energii OZE [MWh]

P_n – moc znamionowa magazynu energii elektrycznej [MW]

K – średnia liczba godzin w ciągu roku, gdzie dzięki magazynowi energii elektrycznej energia ze źródeł PV zostanie zmagazynowana (nie zostanie stracona)

Dla powyższych założeń **k = 365**

Ze względu na to, że jednym z czynników ograniczenia wprowadzenia energii ze źródeł PV są zbyt długie obwody nn, wprowadzono współczynnik, wskazujący, że tam gdzie jest dużo długich obwodów nn jest większe prawdopodobieństwo wykorzystania magazynów energii przyjmuje się w -1,5, gdy udział obwodów nn powyżej 1000 m wynosi więcej niż 10%, w przeciwnym przypadku w = 1

Dla powyższych założeń $w = 1,5$

Dane do obliczeń

Moc znamionowa magazynu energii	$2 \times 0,005 = 0,01 \text{ MW}$
Przyjęta wartość odniesienia udziału obwodów nn powyżej 1000 m	10%

4.2 Obliczenia wartości wprowadzonej dodatkowej energii z OZE

$$E = P_n \cdot k \cdot w$$

$$E = 0,01 \cdot 365 \cdot 1,5 = 5,48 \text{ MWh/rok}$$

Zakres prac modernizacyjnych

W ramach zadania zostaną wykonane następujące prace:

1. montaż konstrukcji instalacyjnej do montażu paneli pv na terenie
montaż paneli fotowoltaicznych monokrystalicznych JAM72S30-600MR
– szt. 28
2. Inwerter sieciowy 3-fazowy , szt. 1 Huawei SUN 2000-KTL-M
3. Montaż magazynu energii 2 x 12 kW
4. montaż infrastruktury towarzyszącej: rozdzielni systemu pv, zabezpieczenia itp.;
5. wykonanie połączenia kablowego pomiędzy panelami pv, a inwerterem;
6. przyłączenie instalacji pv do istniejącego systemu energetycznego;
7. opracowanie instrukcji obsługi i przeszkolenie osób eksploatujących instalację.

Opracowanie wykonano na podstawie materiałów firmy HEWALEX i Huawei mogą być zastosowane inne materiały z zachowaniem parametrów technicznych.

Karta audytu oświetlenia			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Liczba kondygnacji	1	1
2.	Kubatura ogrzewana [m3]	1 972,6	1 972,6
3.	Powierzchnia netto [m2]	638,5	638,5
4.	Oświetlenie wewnętrzne	żarowe	LED
5.	Liczba opraw	174	174
2. Charakterystyka oświetlenia wbudowanego			
6.	Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia wbudowanego [kWh/rok]	34 272	11 664
Opłaty jednostkowe			
8.	Jednostkowa opłata za energię elektryczną [zł/kWh]	0,75	0,75
3. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu modernizacji oświetlenia wewnętrznego			
9.	Koszt modernizacji oświetlenia wbudowanego wraz z wymianą okablowania [zł], oraz nowym przyłączem i tablicą zabezpieczającą	100 000	
10.	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną[%]	65,11	
11.	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	16 956	
12.	Prosty czas zwrotu SPBT [lata]	5,90	

OBLICZENIA

wyszczególnienie	Liczba	Moc jednostkowa	Moc nominalna	Moc skorygowana K=1,2	Czas użytkowania	Zużycie energii elektrycznej
	[szt.]	[W]	[W]	[W]	[h/rok]	[kWh/rok]
przed modernizacją						
żarowa	96	100	9 600	11 520	2 000	23 040
żarowa	78	60	4 680	5 616	2 000	11 232
razem	174	-				34 272
po modernizacji						
LED	96	36	3 456	4 147	2 000	8 294
LED	78	18	1 404	1 685	2 000	3 370
razem	174	-			-	11 664

Cena energii elektrycznej netto	0,75 zł/kWh
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	22 608 kWh
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	81,32 GJ/rok
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	65,11 %
Roczna oszczędność kosztów energii	16 956 zł/rok
Koszt modernizacji oświetlenia z okablowaniem	100 000 zł
Prosty czas zwrotu SPBT	5,90 lat

Ewa Jochymska

Biegła z listy MŚ

Nr 0524

Tel. 0 603 757 017

e-mail: ewajochymska@tlen.pl

EFEKT EKOLOGICZNY

Modernizacja źródła ciepła w oparciu o montaż pompy ciepła wraz budową instalacji
fotowoltaicznej oraz termomodernizacja budynku Szkoły Podstawowej
im. Marii Konopnickiej w Starej Wsi, gm. Biała Rawska

Zamawiający: Gmina Biała Rawska

ul. Jana Pawła II 57

96-320 Biała Rawska

mgr inż. Ewa Jochymska
Biegła z Listy Ministra
Środowiska nr 0524

Łódź, październik 2024 r.

1. Zakres opracowania

Obliczenie redukcji emisji zanieczyszczeń w wyniku przeprowadzenia działań modernizacyjnych.

2. Podstawa opracowania

- Zlecenie Inwestora.
- Audyt energetyczny i elektro-energetyczny budynku szkolnego położonego w Starej Wsi, gm. Biała Rawska, opracowany przez inż. Michała Ścibiora upr. bud. nr 256/86/WŁ, Łódź czerwiec 2024 r.
- Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące dla wyznaczania efektu ekologicznego – na podstawie Poradnika EMPEP/EEA inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń powietrza – raport techniczny nr 12/2013.
- wartości wskaźników opałowych (WO) i wskaźników emisji CO₂ (WE) w roku 2021 do raportowania w ramach Wspólnotowego Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2024 publikowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, grudzień 2023.
- wartości wskaźników emisyjności dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartej w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2022 rok publikowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, grudzień 2023.

3. Charakterystyka prac modernizacyjnych

Z uwagi na znaczne koszty ogrzewania i energii elektrycznej dla budynku Szkoły Podstawowej w Starej Wsi planuje się dokonać poprawy gospodarki energetycznej obiektu poprzez modernizację źródła ciepła w oparciu o montaż zespołu pomp ciepła powietrze - woda o mocy 60 kW z napędem elektrycznym wraz budową instalacji fotowoltaicznej o mocy 14,40 kWp i magazynem energii. Wykonana zostanie również termomodernizacja budynku szkolnego.

Wykonane zostaną usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych. Obecnie źródłem ciepła jest kotłownia olejowa o mocy 72 kW. Dla budynku szkolnego w ramach zadania zaplanowane zostało nowe źródło elektrycznie zasilane z systemu PV. Zamontowany zostanie zespół pomp ciepła powietrze o mocy 60 kW z napędem elektrycznym pracujących w kaskadzie. Zespół pomp ciepła pracować będą na potrzeby grzewcze budynku. Kocioł olejowy pozostanie jako zabezpieczenie szczytowe dla instalacji co. Udział kotłowni olejowej stanowić będzie - 45%

Na potrzeby ogrzewania budynku z pomp ciepła z napędem elektrycznym oraz oświetlenia budynku zamontowana zostanie nowa instalacja fotowoltaiczna o mocy 14,40 pkW, która pokryje 15% zapotrzebowania na energię elektryczną budynku.

W ramach realizacji przedsięwzięcia zostaną wykonane następujące prace:

1. Dostawa i montaż zespołu pomp ciepła powietrze/woda o mocy 60 kW z napędem elektrycznym pracujących w kaskadzie;
2. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej;
3. Dostawa i montaż konstrukcji mocowania paneli pV na terenie szkoły;
4. Dostawa i montaż paneli fotowoltaicznych o mocy 14,40 kWp w ilości 24 szt. o powierzchni - 67,7 m².
5. Montaż infrastruktury towarzyszącej: inwertera - 1 szt., rozdzielni systemu pv, zabezpieczenia itp. wraz przyłączeniem instalacji do istniejącego systemu energetycznego;
6. Dostawa i montaż magazynu energii o pojemności 2 x 12 kWh;
7. Ocieplenie stropodachu granulatem z wełny mineralnej grubości 12 cm o powierzchni - ok 150 m²;
8. Ocieplenie stropodachu styropapą 0,031 grubości 15 cm o powierzchni - ok 371 m²;
9. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem 0,031 grubości 15 cm o powierzchni - ok 683 m²;
10. Ocieplenie ściany fundamentowej styrodurem 0,031 grubości 15 cm o powierzchni – 118 m²;
11. Modernizacja systemu oświetlenia wbudowanego – wymiana źródeł światła na LED w ilości 174 opraw.

Zamontowana instalacja do produkcji energii elektrycznej będzie wykorzystywana wyłącznie na potrzeby własne budynku szkoły.

Stan istniejący

- Energia cieplna pobierana przez kotłownię olejową

Energia cieplna pobierana przez kotłownię olejową – 100 %	1 375,43 GJ/rok
Wartość opałowa oleju	40,40 GJ/Mg
Roczne zużycie oleju	34,05 Mg /rok 28,77 m ³ /rok

- Energia elektryczna pobierana z polskich sieci elektroenergetycznych na potrzeby budynku - oświetlenia

Rodzaj energii	Ilość rocznie pobranej energii elektrycznej [MWh/rok]
Energia elektryczna	34,272

Stan projektowany

Zapotrzebowanie na energię cieplną po wykonaniu zadania – 234,84 GJ/rok,

1. Kotłownia olejowa będzie pokrywała 45% zapotrzebowania na energię cieplną na potrzeby centralnego ogrzewania (kotłownia szczytowa), co stanowi – $234,84 \text{ GJ/rok} \times 45\% = 105,68 \text{ GJ/rok}$
2. Zespół pomp ciepła stanowić będą 55% zapotrzebowania na energię cieplną na potrzeby centralnego ogrzewania, co stanowi – $234,84 \times 55\% = 129,16 \text{ GJ/rok} = 35,907 \text{ MWh}$
Zamontowana instalacja PV wraz z magazynem energii pokryje ok 40 % zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby pomp ciepła.

- Uzysk energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej PV i magazynu energii

Rodzaj energii	uzysk energii elektrycznej [MWh/rok]
Energia elektryczna z pV	14,337
Energia elektryczna z magazynu energii	5,480
Razem	19,817

- Energia cieplna pobierana przez kotłownię olejową

Energia cieplna pobierana przez kotłownię olejową – 45 %	105,68 GJ/rok
Wartość opałowa oleju	40,40 GJ/Mg
Roczne zużycie oleju	2,62 Mg /rok 2,21 m ³ /rok

- Energia elektryczna pobierana z polskich sieci elektroenergetycznych na potrzeby budynku – oświetlenia i zespołu pomp ciepła

Rodzaj energii	Ilość rocznie pobranej energii elektrycznej [MWh/rok]
Energia elektryczna – pompy ciepła	35,907
Energia elektryczna - oświetlenie	11,664
Razem	47,571 – 19,817 (PV) = 27,754

4. Obliczenie emisji zanieczyszczeń

4.1. Emisja zanieczyszczeń dla źródeł do 50 kW do 1 MW – stan istniejący

- Emisja dla energii cieplnej z kotłowni olejowej

zanieczyszczenie	Wskaźnik unosu Emitowane [kg/GJ]	Zużycie paliwa [GJ/rok]	Emisja [Mg/rok]
Pył całkowity w tym:		1 375,43	0,008
Pył PM 10	0,003		0,004
Pył PM 2,5	0,003		0,004
SO ₂	0,140		0,193
NO _x	0,070		0,096
Benzo(a)piren	0,010		0,014
CO ₂ KOBIZE	77,62		106,761
	Wskaźnik unosu [m ³ /Mg]	Zużycie paliwa m ³ /rok]	
CO	0,6	28,77	0,017
Sadza	no		no

- Emisja dla energii elektrycznej pobranej z polskich sieci elektroenergetycznych - KOBIZE

Emitowane zanieczyszczenie	Wskaźnik emisji [kg/MWh]	Wyprodukowana energia elektryczna [MWh/rok]	Emisja [Mg/rok]
Pył całkowity	0,018	34,272	0,001
SO ₂	0,436		0,015
NO ₂	0,456		0,016
CO	0,261		0,009
Benzo(a)piren	no		no
sadza	no		no
CO ₂ KOBIZE	685		23,476

4.2. Emisja zanieczyszczeń dla źródeł do 50 kW do 1 MW – stan projektowany

- Emisja dla energii cieplnej z kotłowni olejowej

zanieczyszczenie	Wskaźnik unosu Emitowane [kg/GJ]	Zużycie paliwa [GJ/rok]	Emisja [Mg/rok]
Pył całkowity w tym:		105,68	0,000
Pył PM 10	0,003		0,000
Pył PM 2,5	0,003		0,000
SO ₂	0,140		0,015
NO _x	0,070		0,007
Benzo(a)piren	0,010		0,001
CO ₂ KOBIZE	77,62		8,203
	Wskaźnik unosu [m ³ /Mg]	Zużycie paliwa m ³ /rok]	
CO	0,6	2,21	0,001
Sadza	no		no

- Emisja dla energii elektrycznej pobranej z polskich sieci elektroenergetycznych - KOBIZE

Emitowane zanieczyszczenie	Wskaźnik emisji [kg/MWh]	Wyprodukowana energia elektryczna [MWh/rok]	Emisja [Mg/rok]
Pył całkowity	0,018	27,754	0,0005
SO ₂	0,436		0,012
NO ₂	0,456		0,013
CO	0,261		0,007
Benzo(a)piren	no		no
sadza	no		no
CO ₂ KOBIZE	685		19,011

4.3 Łączna emisja zanieczyszczeń ze wszystkich źródeł energii – stan istniejący

Emitowane zanieczyszczenie	Emisja [Mg/rok]
Pył całkowity w tym:	0,009
Pył PM 10	0,004
Pył PM 2,5	0,004
SO ₂	0,208
NO ₂	0,112
CO	0,026
Benzo(a)piren	0,014
sadza	no
CO ₂ KOBIZE	130,237

4.4 Łączna emisja zanieczyszczeń ze wszystkich źródeł energii – stan projektowany

Emitowane zanieczyszczenie	Emisja [Mg/rok]
Pył całkowity w tym:	0,001
Pył PM 10	0,000
Pył PM 2,5	0,000
SO ₂	0,027
NO ₂	0,020
CO	0,008
Benzo(a)piren	0,001
sadza	no
CO ₂ KOBIZE	27,214

5. Efekt ekologiczny

Efekt ekologiczny wynikał będzie z różnicy pomiędzy ilością energii cieplnej używanej dla obiektu przed realizacją projektu, a ilością energii po wykonaniu modernizacji źródła ciepła, budowy instalacji pV oraz

dociepleniu dachu budynku firmy. Efekt będzie równy przeliczeniu na emisję wyeliminowanej energii elektrycznej.

W tabeli przedstawiono obliczeniową emisję roczną [Mg/rok] dla stanu istniejącego i projektowanego. Stopień redukcji zanieczyszczeń obliczono w oparciu o wielkości emisji rocznej. Podano również redukcję ilości emitowanych zanieczyszczeń w jednostkach wagowych [Mg/rok] po zrealizowaniu zadania.

Emitowane zanieczyszczenie	Stan istniejący [Mg/rok]	Stan projektowany [Mg/rok]	Efekt ekologiczny [Mg/rok]	Redukcja emisji [%]
Pył całkowity w tym:	0,009	0,001	0,008	88,89
Pył PM 10	0,004	0,000	0,004	100,00
Pył PM 2,5	0,004	0,000	0,004	100,00
SO ₂	0,208	0,027	0,181	87,02
NO ₂	0,112	0,020	0,092	82,14
CO	0,026	0,008	0,018	69,23
Benzo(a)piren	0,014	0,001	0,013	92,86
sadza	no	no	no	no
CO ₂ KOBIZE	130,237	27,214	103,023	79,10

6. Podsumowanie

Efekt ekologiczny to zakładany poziom ograniczenia emisji zanieczyszczeń do środowiska jakie przyniesie realizacja przedsięwzięcia, a tym samym korzyści powstające w środowisku z tytułu zastąpienia energii pochodzącej z oleju i węgla energią ze źródeł odnawialnych. Po zrealizowaniu całości zadania energia elektryczna i ciepła na cele grzewcze oraz oświetlenie będzie zredukowana ok 40%.

Realizacja zadania przyczyni się do poprawy gospodarki energetycznej i ciepłej obiektu, która polega na zmniejszeniu zapotrzebowania na energię ciepłą i poprawie bilansu energetycznego dla budynku. Dzięki temu przedsięwzięciu zmniejszy się ilość pyłów i gazów emitowanych do powietrza atmosferycznego, a konsekwencją tego będzie poprawa stanu czystości powietrza.

mgr inż. Ewa Jodhymaska
Biegła z Listy Ministra
Środowiska nr 0524

