

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego budynku Szkoły Podstawowej w Zawidowie

Adres budynku	ulica: Szkolna 4 kod: 59-970 powiat: zgorzelecki województwo: dolnośląskie	miejsowość: Zawidów
Wykonawca audytu	imię i nazwisko: Jacek Kichman tytuł zawodowy: mgr inż.	imię i nazwisko: Mateusz Jaruszowiec tytuł zawodowy: inż.

Marzec 2021 r.

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	budynek użyteczności publicznej, szkoła	1.2. Rok budowy	1889 - 2010
1.3. Inwestor	Gmina Zawidów ul. Pl. Zwycięstwa 21/22 kod 59-970 Zawidów	1.4. Adres budynku ul. Szkolna 4 kod 59-970 miejscowość Zawidów powiat zgorzelecki woj. dolnośląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt: EKOPOL-PROJEKT ul.Stoińskiego 5 45-722 Opole REGON: 385409080			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis. Jacek Kichman, 45-722 Opole, ul. Stoińskiego 5 Audytor energetyczny na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków, nr. upr 734 Mateusz Jaruszowiec, 42-693 Krupski Młyn, ul. Tarnogórska 7/5 kurs przygotowujący do działalności audytora energetycznego Nr 128/2012 Audytor energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków, nr. świadectwa 22380 audytor z listy ZAE			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis.			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	Mateusz Jaruszowiec	obliczenia	
2	Jacek Kichman	inwentaryzacja	
5. Miejscowość: Zawidów		Data wykonania opracowania: 10.03.2021 r.	
6. Spis treści			
			str.
1.	Strona tytułowa		2
2.	Karta audytu energetycznego		3
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		5
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		6
5.	Ocena stanu technicznego budynku		12
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		14
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		15
8.	Opis wariantu optymalnego		32

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacji	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	1 \ 3	1 \ 3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	20 785	20 785
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	4 402	4 402
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0	0
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0	0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	354	354
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	sieć ciepłownicza	sieć ciepłownicza
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	sieć ciepłownicza	sieć ciepłownicza
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,40	0,40
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]			
1.	Ściany zewnętrzne - 51 szkoła	0,298	0,298
2.	Ściany zewnętrzne - 55 szkoła	1,101	0,179
3.	Ściany zewnętrzne - 38 szkoła	1,454	0,191
4.	Ściany zewnętrzne - hala	0,297	0,297
5.	Ściany zewnętrzne - łącznik	0,271	0,271
6.	Strop poddasza- 51/55 szkoła	1,385	0,145
7.	Strop poddasza - 38 szkoła	0,931	0,138
8.	Strop poddasza - łącznik	0,243	0,243
9.	Dach łącznik	0,150	0,150
10.	Dach hala	0,299	0,299
11.	Podłoga na gruncie- łącznik/szkoła	0,300	0,300
12.	Podłoga na gruncie - hala	0,225	0,225
13.	Okna, drzwi balkonowe	1,8	0,9
14.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,5	1,3
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna/mechaniczna	naturalna/mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	5 108	5 108
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,76	0,76
5.	Strumień powietrza zewnętrznego - wentylacja mechaniczna [m ³ /h]	11 440	11 440
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	335,1	221,5
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	14,8	14,8
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 490	862
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 432	829

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	192,3	192,3
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę użytkową przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] *)	1 062	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	94	54
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	90	52
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	0,00%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	90,61	90,61
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	11630,73	11630,73
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	15,16	15,16
4.	Koszt za 1 GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	90,61	90,61
5.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	0,00	0,00
6.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	3,34	2,01
7.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
8.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	670 618	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	37,1
Planowane koszty całkowite	1 341 236	Premia termomodernizacyjna	281 660
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	70 506		
9. Inne			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej 2 x 30,7 kW .			
Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA ⁵⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r wymagania, o których mowa w art. a ust. 2 ustawy			

- 1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielenie dla każdej części budynku
- 2) U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.
- 3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
- 4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii
- 5) Niepotrzebne skreślić
- *) Różnica pomiędzy zmierzonym (przeliczonym na warunki standardowego sezonu) i obliczonym sezonowym zapotrzebowaniem na ciepło (z uwzględnieniem sprawności i przerw na ogrzewanie) na cele centralnego ogrzewania może być spowodowana:
- występowaniem znacznie mniejszej temperatury niż założona temperatura projektowana w pomieszczeniach,
 - przyjęte współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu mogą niedokładnie odzwierciedlać faktyczne przerwy w ogrzewaniu budynku.

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja architektoniczno-budowlana
- Informacje uzyskane podczas wizji budynku

3.2. Inne dokumenty

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.

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

* Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 926), 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 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”.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”.

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

* KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.

3.3. Osoby udzielające informacji

- Pan Robert Łężny - Burmistrz Miasta Zawidów
- Pani Wiesława Młynek - Dyrektor Przedszkola w Zawidowie

3.4. Data wizji lokalnej

Styczeń 2021 r.

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku oraz kosztów energii elektrycznej.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej lub na potrzeby aplikacji o środki z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu, Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie lub Regionalnych Programów Operacyjnych.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie ścian zewnętrznych części budynku bez ocieplenia,
 - ocieplenie stropu poddasza części A i wieży,
 - wymiana okien i drzwi zewnętrznych za wyjątkiem hali sportowej,
 - zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła,
 - modernizacja instalacji oświetlenia,
 - zastosowanie instalacji ogniw fotowoltaicznych.

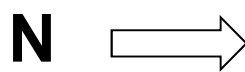
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny X
Budynek	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1889 - 2010		Rok zasiedlenia		1889 - 2010	
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, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowy	392	8	Budynek podpiwniczony	tak, częściowo		
2	Kubatura budynku (brutto) [m ³]	23 447	9	Liczba klatek schodowych	2		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku [m ³]	20 785	10	Liczba kondygnacji	1 \ 3		
4	Powierzchnia użytkowa [m ²]	4 402	11	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,1 / 3,3 / 7		
5	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	0	12	Liczba użytkowników	354		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]	0	13	Liczba mieszkań	0		
7	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	4 402					

4.b. Rzut budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek stanowi obiekt wykonany w technologii tradycyjnej.

Obiekt użyteczności publicznej składa się z 3 części:

- szkoła (3 kondygnacje, część A, wieża – łącznik, część B, rok budowy: 1889/1995, częściowo podpiwniczony)
- łącznik (3 kondygnacje, rok budowy: 1932/2010, bez podpiwniczenia)
- hala sportowa (1 kondygnacja, rok budowy: 2010 r., bez podpiwniczenia).

Budynek szkoły składa się z trzech części: część A (docieplona styropianem 10 cm), część środkowa (łącznik) – wieża oraz część B (bez docieplenia). Bryła budynku na planie dwóch prostokątów. Budynek częściowo podpiwniczony, trójkondygnacyjny z poddaszem nieużytkowym. Technologia budynku – tradycyjna (cegła pełna/ PGS). W szkole występuje wentylacja grawitacyjna.

Łącznik stanowi budynek dwupiętrowy, w części wieży: trzypiętrowy, bez podpiwniczenia. Ściany zewnętrzne z pustaków ceramicznych o grubości 25 cm + styropian o grubości 10 cm + ściana licowa z cegły klinkierowej o grubości 12 cm. Hala sportowo – widowiskowa jest budynkiem niepodpiwniczonym, w części sali sportowej – parterowym, w części zaplecza – 3 kondygnacyjnym. Ściany zewnętrzne z blachy trapezowej. W budynku łącznika oraz hali zastosowano wentylację mechaniczną.

Okna PCV ogólnie w średnim stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Drzwi wejściowe o współczynniku $U=2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis		Pow. całk. do ocieplenia m^2	Pow. do obl. strat ciepła (bez okien) m^2	U_K $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. okien i drzwi balk. m^2	U okna $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1	Ściany zewnętrzne - 51 szkoła		754,4	556,7	0,298	775,73	1,8	15,2	2,5
2	Ściany zewnętrzne - 55 szkoła		724,6	424,9	1,101				
3	Ściany zewnętrzne - 38 szkoła		285,2	242,4	1,454				
4	Ściany zewnętrzne - hala		1 228,0	1 100,0	0,297				
5	Ściany zewnętrzne - łącznik		451,6	328,9	0,271				
6	Strop poddasza - 51/55 szkoła		342,9	342,9	1,385				
7	Strop poddasza - 38 szkoła		98,5	98,5	0,931				
8	Strop poddasza - łącznik		259,9	259,9	0,243				
10	Dach łącznik		532,5	532,5	0,150				
11	Dach hala		1 137,4	1 137,4	0,299				
12	Strop piwnicy		367,6	367,6	1,524				
13	Podłoga na gruncie- łącznik/szkoła		863,9	863,9	0,300				
14	Podłoga na gruncie - hala		1 283,0	1 283,0	0,225				

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	368
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	10
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	335
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	14,8
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 490
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 432
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	11 630,7
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	90,6
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Instalacja c.o. typu tradycyjnego. Ciepło wytwarzane w kotłowni olejowej należącej do dostawcy ciepła i doprowadzone do budynku siecią ciepłowniczą.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, spawane. Przewody izolowane w obrębie kotłowni. Ogólnie dobry stan techniczny.
4.	Rodzaje grzejników	Płytkowe.
5.	Oslonięcie grzejników	Częściowe.
6.	Zawory termostatyczne	Istniejące zawory termostatyczne.
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5 / 24

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,99
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,88
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,84
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,95

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Instalacja centralnej ciepłej wody użytkowej zasilana jest z sieci ciepłowniczej zasilanej z kotłowni olejowej.
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe oraz z tworzyw sztucznych.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Wodomierz główny dla całego budynku.
4.	Zbiornik akumulacyjny	Brak

4.g. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Ciepło wytwarzane w lokalnej kotłowni olejowej należącej do dostawcy ciepła.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna/mechaniczna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	5 108
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	11 440

4.i Charakterystyka techniczna instalacji oświetlenia - stan istniejący

Typ oprawy	Ilość opraw	Ilość źródeł w oprawie	Moc źródła światła [W]	Moc nom. oprawy [W]	Moc całk. [W]
Oprawa świetlówkowa z 2 źródłami światła	4	2	18	36	144
Oprawa świetlówkowa z 2 źródłami światła	6	2	36	72	432
Oprawa rastrowa nadtynkowa z 4 źródłami światła	127	4	18	72	9 144
Oprawa świetlówkowa z 2 źródłami światła	6	2	58	116	696
Halogeny	36	1	400	400	14 400
Oprawa żarowa (żarówki zwykłe)	20	1	60	60	1 200
Oprawa żarowa (żarówki zwykłe)	56	1	10	10	560
Oprawa żarowa (żarówki zwykłe)	140	1	75	75	10 500
RAZEM					37 076

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m ² *K]	U ¹⁾ [W/m ² *K]
	istniejące	wymagane
Ściany zewnętrzne - 51 szkoła	0,30	0,20
Ściany zewnętrzne - 55 szkoła	1,10	0,20
Ściany zewnętrzne - 38 szkoła	1,45	0,20
Ściany zewnętrzne - hala	0,30	0,20
Ściany zewnętrzne - łącznik	0,27	0,20
Strop poddasza- 51/55 szkoła	1,38	0,15
Strop poddasza - 38 szkoła	0,93	0,15
Strop poddasza - łącznik	0,24	0,15
Dach łącznik	0,15	0,15
Podłoga na gruncie- łącznik/szkoła	0,30	0,30
Podłoga na gruncie - hala	0,23	0,30

1) Wymagania wg Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie - WT2021

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	2,5	1,3
okno	1,8	0,9

5.3 System grzewczy

Instalacja c.o. pracuje w systemie wodnym, zamkniętym. Instalacja wykonana z rur miedzianych z rozdziałem dolnym, wyposażona w grzejniki płytowe z zaworami termostatycznymi. Ciepło z sieci ciepłowniczej, wytwarzane w kotłowni olejowej.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Instalacja centralnej ciepłej wody użytkowej zasilana jest z sieci ciepłowniczej zasilanej z kotłowni olejowej.

5.5 Wentylacja

W budynku hali oraz łącznika wentylacja pomieszczeń realizowana jest mechanicznie. Natomiast w budynku szkoły grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne, gdzie świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien.

Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalającą wartość współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić wartość współczynnika U spełniającą wymagania warunków technicznych na rok 2021.
2	<u>Okna</u> PCV o wysokim współczynniku przenikania ciepła U [W/m ² K]	Pożądana wymiana istniejących okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m ² K wraz z montażem nawiewników ciśnieniowych.
3	<u>Drzwi zewnętrzne</u> o wysokim współczynniku przenikania ciepła U [W/m ² K]	Pożądana wymiana drzwi zewnętrznych na bardziej szczelne o współczynniku U nie większym niż 1,3 W/m ² K.
4	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u>	Zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła w części budynku szkoły, gdzie występuje wentylacja grawitacyjna.
5	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u>	Brak działań.
6	<u>System grzewczy</u>	Brak działań.
7	<u>Oświetlenie</u> Oświetlenie wbudowane typu tradycyjnego	Wymiana oświetlenia na nowe w technologii LED.
8	<u>Energia elektryczna</u> Energia elektryczna pobierana z sieci elektroenergetycznej	Montaż instalacji fotowoltaicznej do produkcji własnej energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian części B oraz wieży w budynku szkoły - warstwą styropianu.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach/strop poddasza	Ocieplenie stropów poddasza w części A budynku szkoły bez ocieplenia - warstwą wełny mineralnej położonej na istniejącej konstrukcji.
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna	Wymiana istniejących okien na nowe o współczynniku przenikania 0,9 W/(m ² K) wraz z montażem nawiewników ciśnieniowych.
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania 1,3 W/(m ² K).
5.	Zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła w części budynku szkoły, gdzie występuje wentylacja grawitacyjna.
6.	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	Brak działań.
7.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Brak działań.
8.	Modernizacja oświetlenia	Zastosowanie opraw energooszczędnych typu LED powiązanych z systemem zarządzania energią poprzez regulację oświetlenia przy wykorzystaniu „czujników obecności”.
9.	Zastosowanie odnawialnych źródeł energii na potrzeby produkcji energii elektrycznej	Montaż instalacji fotowoltaicznej do produkcji własnej energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych części budynku.
		Ocieplenie stropu poddasza części budynku.
		Wymiana okien.
		Wymiana drzwi zewnętrznych.
		Modernizacja systemu wentylacji.
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Brak działań.

7.2. 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:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- 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	jednostka
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 715	3 715	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
$O_{0m}, O_{1m},$	11 631	11 631	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
$O_{0z}, O_{1z},$	91	91	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne - 55 szkół		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	424,9 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	724,6 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściana metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032$ W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
założenie: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,20$ W/m ² 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 przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m ² ·K	1,101	0,179	0,153	0,140
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	150,1	24,4	20,9	19,1
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0187	0,0030	0,0026	0,0024
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		13 581	13 954	14 145
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		350	370	390
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		253 610	268 102	282 594
8	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		18,7	19,2	20,0
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 253 610 zł		SPBT= 18,7 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne - 38 szkół		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	242,4 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	285,2 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściana metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
założenie: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,14	0,15	0,16
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m ² ·K	1,454	0,198	0,186	0,176
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	113,1	15,4	14,5	13,7
4	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0141	0,0019	0,0018	0,0017
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		10 555	10 651	10 737
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		350	370	390
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		99 834	105 539	111 244
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		9,5	9,9	10,4
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg kosztorysów.						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 99 834 zł		SPBT= 9,5 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza - 51 szkoła		
Dane:				A = 342,9 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz} = 342,9 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu poddasza warstwą wełny mineralnej położonej na istniejącej konstrukcji, o współczynniku przewodności λ= 0,039 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
założenia: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,15 W/m ² K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,24	0,25	0,26
2	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m ² K	1,385	0,145	0,140	0,135
3	Q _{0U} , Q _{1u} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _C	GJ/a	44,3	4,7	4,5	4,3
4	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0190	0,0020	0,0019	0,0019
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		5 961	5 993	6 011
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		200	210	220
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		68 586	72 015	75 445
8	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		11,5	12,0	12,6
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
Wybrany wariant: 1		Koszt:	68 586 zł	SPBT=	11,5 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza - 38 szkoła		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 98,5 m ² A_{kosz} = 98,5 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu poddasza warstwą wełny mineralnej położonej na istniejącej konstrukcji, o współczynniku przewodności λ= 0,039 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,15 W/m ² K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,24	0,25	0,26
2	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m ² K	0,931	0,138	0,134	0,129
3	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _C	GJ/a	8,6	1,3	1,2	1,2
4	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0037	0,0005	0,0005	0,0005
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		1 108	1 117	1 117
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		200	210	220
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		19 706	20 691	21 677
8	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		17,8	18,5	19,4
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 19 706 zł		SPBT= 17,8 lat		

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien	
<div>Dane: powierzchnia okien </div>					

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji					Przedsięwzięcie
					Wymiana drzwi zewnętrznych
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{dz} = 15,2 \text{ m}^2$ $C_w = 1$</p> <p>$V_{nom} = 3\,758 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$V_{obl} = 5\,108 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia $V_{PN-12831} = 8\,096 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe, o lepszym współczynniku przenikania.</p> <p>wariant 1: drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,5	1,3	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,1	1,00	
		C_m	1,2	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{dz} \cdot U$	GJ/a	3,5	1,8	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	125,3	119,3	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	128,8	121,1	
6	$10^{-6} \cdot A_{dz} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,00106	0,00055	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,04624	0,03853	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,04730	0,03908	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		1 845,0	
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}	zł		2 000	
11	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	zł		30 420	
12	$SPBT = (N_{dz})/\Delta O_{ru}$	lata		16,5	
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe 1 m^2 wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.</p>					
Wybrany wariant: 1		Koszt: 30 420 zł		SPBT= 16,5 lat	

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na poprawie systemu wentylacji - zastosowanie wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła

Opis wariantów usprawnienia:

Zastosowanie instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła w części obejmującej szkołę.

Sprawność odzysku ciepła minimum **70%**

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty
				1
1	Obliczeniowa moc cieplna ogrzewania	MW	0,196	0,153
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby ogrzewania	GJ/rok	714	481
3	Roczna opłata zmienna	zł/rok	64 670	43 566
4	Roczna opłata stała	zł/rok	2 284	1 780
5	Roczny abonament	zł/rok	0	0
6	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	66 954	45 346
7	Różnica	zł/rok		21 608
8	Szacowany koszt	zł		221 400
9	Prosty czas zwrotu SPBT	lat		10,2

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny na podstawie wyceny firmy instalatorskiej. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.

Koszt: **221 400 zł** **SPBT:** **10,2 lat**

7.2.8. Usprawnienie - Zastąpienie oświetlenia tradycyjnego oprawami w technologii LED

Dane:	rodzaj oprawy:	żarówki oraz świetlówki, halogeny na hali sportowej	
	moc opraw:	37 076	W
	Liczba zamontowaych źródeł	395	szt.
	Moc znamionowa:	37,08	kW

Opis wariantu usprawnienia

Zastosowanie opraw typu LED - panel LED o mocy 60 W, żarówka LED o mocy 25W, oświetlenie LED o mocy 200 W - należy zwiększyć ilość opraw na potrzeby oświetlenia hali sportowej.

Oprócz istniejącego systemu zarządzania energią związanego z wykorzystaniem termostatów grzejników, kolejnym elementem zarządzania energią w obiekcie będzie sterowanie (regulacja) nowego oświetlenia przy wykorzystaniu „czujników obecności”.

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istniejący	Wariant
				1
1	Moc znamionowa	kW	37,08	25,98
2	Czas użytkowania źródła światła	h	2 000	2 000
3	Zużycie prądu w skali roku	kWh	74 152,00	51 960,00
4	Cena energii	zł/kWh	0,60	0,60
5	Roczne koszty oświetlenia	zł	44 498,05	31 180,80
6	Roczne zmniejszenie zużycia prądu	kWh		22 192,00
7	Roczna oszczędność kosztów	zł		13 317,25
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł		465
9	Koszt realizacji usprawnienia	zł		183 675,00
10	SPBT	lata		13,79

Podstawa przyjętych wartości jednostkowej ceny usprawnienia

Przyjęto ceny na podstawie wyceny firmy instalatorskiej. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.

7.2.9. Ocena opłacalności montażu instalacji wytwarzającej energię elektryczną z OZE

Opis instalacji:

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 2 x 30,7 Wp na potrzeby oświetlenia.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po montażu instalacji
1	Moc instalacji	kW	0	61,4
2	Całkowity roczny uzysk energii z uwzględnieniem systemu opustów	kWh/rok	0	46 096
3	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną	zł/kWh	0,60	
4	Roczny koszt oszczędności na opłatach za energię elektryczną	zł/rok		27 662
5	Koszt montażu instalacji*	zł		270 256
6	Prosty czas zwrotu SPBT	lat		9,8

* -W skład montażu instalacji wchodzi: koszt projektowania 6 150 zł + koszt urządzeń, instalacji 264 106 zł.

Podstawa przyjętych wartości N_u

Kalkulację kosztów budowy instalacji PV wg wyceny formy instalatorskiej.

Oferta obejmuje projekt, dostawę, montaż i uruchomienie instalacji PV.

Podane kwoty są brutto.

Koszt:	270 256 zł	SPBT:	9,8 lat
---------------	-------------------	--------------	----------------

7.2.10. 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 systemu wentylacji	221 400	10,2
2	Ocieplenie stropu poddasza	88 292	12,5
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	353 444	14,6
4	Wymiana okien	647 680	17,6
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	30 420	12,5

7.3. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Dane: $Q_{0co} = 1\,490 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja c.o. w dobrym stanie technicznym.
- 2 Zainstalowane są grzejniki panelowe z zaworami termostatycznymi
- 3 Kotłownia olejowa w stanie istniejącym.

Brak działań modernizacyjnych

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	kotłownia olejowa	kotłownia olejowa
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,99$	$\eta_g = 0,99$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,96$	$\eta_d = 0,96$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,88$	$\eta_e = 0,88$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = \mathbf{0,84}$	$\eta = \mathbf{0,84}$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$

Uzasadnienie przyjętych sprawności:

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła η_g	kotłownia olejowa	kotłownia olejowa
sprawność przesyłu η_d	przewody izolowane	przewody izolowane
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	regulacja centralna i miejscowa	regulacja centralna i miejscowa
sprawność akumulacji η_s	brak zbiornika buforowego	brak zbiornika buforowego
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	uwzględnienie przerwy w ogrzewaniu poprzez stosowanie zaworów termostatycznych oraz tryb funkcjonowania budynku	uwzględnienie przerwy w ogrzewaniu poprzez stosowanie zaworów termostatycznych oraz tryb funkcjonowania budynku

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,3351	0,3351
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1 490	1 490
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,84	0,84
4	Obniżenie nocne	-	0,95	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,85
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 432	1 432
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	129 754	129 754
8	Roczna opłata stała	zł/rok	46 773	46 773
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	176 526	176 526
11	Różnica	zł/rok		0

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu				
		1	2	3	4	5
1	Modernizacja systemu wentylacji	X	X	X	X	X
2	Ocieplenie stropu poddasza	X	X	X	X	
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X		
4	Wymiana okien	X	X			
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	X				

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

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5	1 341 236	1 341 236
2	1+2+3+4	1 310 816	1 310 816
3	1+2+3	663 136	663 136
4	1+2	309 692	309 692
5	1	221 400	221 400

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,2215	862	0,840	0,95	829	106 017	0,0148	192	17 428	0,2363	1 021	123 445	603	70 506
2	0,2222	865	0,840	0,95	832	106 399	0,0148	192	17 428	0,2370	1 024	123 827	600	70 124
3	0,2455	1 097	0,840	0,95	1 055	129 827	0,0148	192	17 428	0,2603	1 247	147 255	377	46 696
4	0,2735	1 268	0,840	0,95	1 219	148 653	0,0148	192	17 428	0,2883	1 412	166 080	213	27 871
0-stan istniejący	0,3351	1 490	0,840	0,95	1 432	176 523	0,0148	192	17 428	0,3499	1 624	193 951		

1 wariant wybrany do realizacji

¹⁾ - wyniki z programu Audytor OZC 7.0Pro - obliczenie mocy i zużycia ciepła

²⁾ - wyniki wg załącznika nr 4

Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

η_g	η_d	η_e	η_s	η	w_t	w_d
0,99	0,96	0,88	1,00	0,84	0,85	0,95

Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

η_g	η_d	η_e	η_s	η	w_t	w_d
0,99	0,96	0,88	1,00	0,84	0,85	0,95

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) %	Minimalna kwota kredytu *	Premia termomodernizacyjna [zł] - nie dotyczy	
						16% całkowitych kosztów	21% całkowitych kosztów w przypadku mikroinstalacji PV
1	2	3	4	5		7	8
1	Modernizacja systemu wentylacji Ocieplenie stropu poddasza Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana okien Wymiana drzwi zewnętrznych	1 341 236	70 506	37,13%	670 618,00	214 598	281 660
2	Modernizacja systemu wentylacji Ocieplenie stropu poddasza Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana okien	1 310 816	70 124	36,94%	655 408,00	209 731	275 271
3	Modernizacja systemu wentylacji Ocieplenie stropu poddasza Ocieplenie ścian zewnętrznych	663 136	46 696	23,23%	331 568,00	10 610 176	139 259
4	Modernizacja systemu wentylacji Ocieplenie stropu poddasza	309 692	27 871	13,09%	154 846,00	49 551	65 035
5	Modernizacja systemu wentylacji	221 400	14 958	6,04%	110 700,00	3 542 400	46 494

1) w przypadku realizacji inwestycji z PV należy dodać koszt tej instalacji

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

Wariantem optymalnym jest pierwszy z kolejnych wariantów spełniający art. 3 ustawy, a wysokość premii termomodernizacyjnej oblicza się zgodnie z art. 5 ustawy

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny oraz w porozumieniu z Inwestorem w zakresie posiadanych możliwości finansowych, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **variant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- ocieplenie ścian zewnętrznych
- ocieplenie stropów poddasza
- wymiana okien wraz z montażem nawiewników ciśnieniowych
- wymiana drzwi zewnętrznych
- zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła w budynku szkoły
- wymian oświetlenia na LED z zastosowaniem czujników obecności
- montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 2 x 30,7 kW

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

Zaleca się, aby w trakcie trwania oraz po termomodernizacji przystosować obiekt do wszelkich wymagań i przepisów zawartych w Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami w zakresie m.in. bezpieczeństwa pożarowego oraz sanitarnego.

Zaleca się również przywrócenie do stanu sprzed rozpoczęcia prac wszystkich elementów budowlanych.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$), o grubości 15 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.
2. Ocieplenie stropów poddasza warstwą wełny mineralnej położonej na istniejącej konstrukcji (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,039 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$), o grubości 24 cm.
3. Wymianę istniejących okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ wraz z nawiewnikami ciśnieniowymi.
4. Wymianę drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.
5. Zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.
6. Wymiana istniejącego oświetlenia wbudowanego na nowe w technologii LED.
7. Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy $2 \times 30,7 \text{ kW}$.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja systemu wentylacji			221 400,00
2	Ocieplenie stropu poddasza	441,5	200	88 292,00
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 009,8	350	353 444,00
4	Wymiana okien	647,7	1 000	647 680,00
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	15,2	2 000	30 420,00
6	Montaż instalacji fotowoltaicznej*			270 256,00
7	Modernizacja oświetlenia			183 675,00
			SUMA	1 795 167,00

* -koszt niekwalifikowany rozliczony z innego projektu

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 1)

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		1 795 167,00 zł
Udział środków własnych inwestora:	15%	269 275,05 zł
Możliwe dofinansowanie z RPO:	85%	1 525 891,95 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT (bez dofinansowania):		16,1
Czas zwrotu nakładów SPBT (dofinansowanie z RPO):		2,4

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie opłat za zużycie ciepła
Załącznik 2	Obliczenie współczynników przenikania przegród
Załącznik 3	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 5	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 6	Obliczenie stopniodni
Załącznik 7	Obliczenie udziału energii z OZE
Załącznik 8	Zapotrzebowanie na energię końcową dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego
Załącznik 9	Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego
Załącznik 10	Określenie efektu ekologicznego
Załącznik 11	Wyniki komputerowych obliczeń - wydruk
Załącznik 12	Analiza opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**Opłaty za zużycie ciepła - na potrzeby c.o.**

Założenia:

- przed modernizacją - kotłownia olejowa
- po modernizacji - bez zmian

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	9 455,88	11 630,73
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	9 455,88	11 630,73
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	73,67	90,61
Razem opłata zmienna	zł/GJ	73,67	90,61

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	9 455,88	11 630,73
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	9 455,88	11 630,73
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	73,67	90,61
Razem opłata zmienna	zł/GJ	73,67	90,61

Opłaty za zużycie ciepła - na potrzeby c.w.u.

Założenia:

- przed modernizacją - kotłownia olejowa
- po modernizacji - bez zmian

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	9 455,88	11 630,73
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	9 455,88	11 630,73
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	73,67	90,61
Razem opłata zmienna	zł/GJ	73,67	90,61

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	9 455,88	11 630,73
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	9 455,88	11 630,73
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	73,67	90,61
Razem opłata zmienna	zł/GJ	73,67	90,61

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzne - 51 szkoła	cegła pełna	0,510	0,770	0,662	0,298
	styropian	0,100	0,040	2,500	
	tynk	0,020	0,820	0,024	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 3,357	
Ściany zewnętrzne - 55 szkoła	cegła pełna	0,550	0,770	0,714	1,101
	tynk	0,020	0,820	0,024	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 0,909	
Ściany zewnętrzne - 38 szkoła	cegła pełna	0,380	0,770	0,494	1,454
	tynk	0,020	0,820	0,024	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
Ściany zewnętrzne - hala				razem 0,688	0,297
	blacha	0,001	58,000	0,000	
	płyty z wypełnieniem pianką poliuretanową	0,080	0,025	3,200	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
Ściany zewnętrzne - łącznik				R _{se} 0,040	0,271
				razem 3,370	
	pustak ceramiczny	0,250		0,800	
	styropian	0,100	0,040	2,500	
	pustka powietrzna	0,050		0,110	
	cegła klinkierowa	0,120	1,050	0,114	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 3,694	

Strop poddasza- 51/55 szkoła				0,000	1,385
	drewno	0,030	0,160	0,188	
	warstwa powietrza			0,160	
	drewno	0,025	0,160	0,156	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
			R_i	0,100	
			R_e	0,100	
			razem	0,722	
Strop poddasza - 38 szkoła				0,000	0,931
	plyta	0,015	0,130	0,115	
	żużel	0,150	0,220	0,682	
	żelbet	0,100	1,700	0,059	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
			R_i	0,100	
			R_e	0,100	
			razem	1,074	
Strop poddasza - łącznik				0,000	0,243
	plyta	0,015	0,130	0,115	
	styropian	0,140	0,040	3,500	
	strop istniejący			0,280	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
			R_i	0,100	
			R_e	0,100	
			razem	4,114	
Dach hala	blacha	0,001	58,000	0,000	0,299
	plyty z wypełnieniem pianką poliuretanową	0,080	0,025	3,200	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
			R_i	0,100	
			R_e	0,040	
			razem	3,340	
Dach łącznik				0,000	0,150
	papa	0,020	0,180	0,111	
	drewno	0,025	0,130	0,192	
	pustka powietrzna			0,160	
	welna	0,250	0,042	5,952	
	żelbet	0,120	1,700	0,071	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
			R_i	0,100	
			R_e	0,040	
Podłoga na gruncie- łącznik/szkoła				0,000	0,300
	posadzka	0,020	0,180	0,111	
	beton	0,050	1,050	0,048	
	papa	0,020	0,180	0,111	
	beton	0,150	1,050	0,143	
	żwir	0,150	0,900	0,167	
	piasek	0,300	0,400	0,750	
			R_g	2,000	
Podłoga na gruncie - hala				0,000	0,225
	drewno	0,025	0,160	0,156	
	papa	0,002	0,180	0,011	
	żelbet	0,100	1,700	0,059	
	izolacja	0,080	0,032	2,500	
	beton	0,100	1,050	0,095	
	żwir	0,200	0,900	0,222	
			R_g	1,393	
			razem	4,437	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnątrzne - 51 szkoła	cegła pełna	0,510	0,770	0,662	0,298
	styropian	0,100	0,040	2,500	
	tynk	0,020	0,820	0,024	
				0,000	
	R _{si}			0,130	
	R _{se}			0,040	
	razem			3,357	
Ściany zewnątrzne - 55 szkoła	cegła pełna	0,550	0,770	0,714	0,179
	tynk	0,020	0,820	0,024	
	styropian	0,150	0,032	4,688	
				0,000	
	R _{si}			0,130	
	R _{se}			0,040	
	razem			5,596	
Ściany zewnątrzne - 38 szkoła	cegła pełna	0,380	0,770	0,494	0,191
	tynk	0,020	0,820	0,024	
	styropian	0,150	0,033	4,545	
				0,000	
				0,000	
	R _{si}			0,130	
	R _{se}			0,040	
	razem			5,233	
Ściany zewnątrzne - hala	blacha	0,001	58,000	0,000	0,297
	płyty z wypełnieniem pianką poliuretanową	0,080	0,025	3,200	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
	R _{si}			0,130	
	R _{se}			0,040	
	razem			3,370	
Ściany zewnątrzne - łącznik	pustak ceramiczny	0,250	0	0,800	0,271
	styropian	0,100	0,040	2,500	
	pustka powietrzna	0,050		0,110	
	cegła klinkierowa	0,120	1,050	0,114	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
	R _{si}			0,130	
	R _{se}			0,040	
	razem			3,694	

Strop poddasza- 51/55 szkoła	wełna mineralna	0,240	0,039	6,154	0,145
	drewno	0,030	0,160	0,188	
	warstwa powietrza			0,160	
	drewno	0,025	0,160	0,156	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
	R _i			0,100	
	R _e			0,100	
	razem			6,876	
Strop poddasza - 38 szkoła	wełna mineralna	0,240	0,039	6,154	0,138
	płyta	0,015	0,130	0,115	
	żużel	0,150	0,220	0,682	
	żelbet	0,100	1,700	0,059	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
	R _i			0,100	
	R _e			0,100	
	razem			7,228	
Strop poddasza - łącznik				0,000	0,243
	płyta	0,015	0,130	0,115	
	styropian	0,140	0,040	3,500	
	strop istniejący			0,280	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
	R _i			0,100	
	R _e			0,100	
	razem			4,114	
Dach hala	blacha	0,001	58,000	0,000	0,299
	płyty z wypełnieniem pianką poliuretanową	0,080	0,025	3,200	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
	R _i			0,100	
	R _e			0,040	
	razem			3,340	
Dach łącznik				0,000	0,150
	papa	0,020	0,180	0,111	
	drewno	0,025	0,130	0,192	
	pustka powietrzna			0,160	
	wełna	0,250	0,042	5,952	
	żelbet	0,120	1,700	0,071	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
	R _i			0,100	
	R _e			0,040	
Podłoga na gruncie- łącznik/szkoła				0,000	0,300
	posadzka	0,020	0,180	0,111	
	beton	0,050	1,050	0,048	
	papa	0,020	0,180	0,111	
	beton	0,150	1,050	0,143	
	żwir	0,150	0,900	0,167	
	piasek	0,300	0,400	0,750	
	R _g			2,000	
Podłoga na gruncie - hala				0,000	0,225
	drewno	0,025	0,160	0,156	
	papa	0,002	0,180	0,011	
	żelbet	0,100	1,700	0,059	
	izloacja	0,080	0,032	2,500	
	beton	0,100	1,050	0,095	
	żwir	0,200	0,900	0,222	
	R _g			1,393	
	razem			4,437	

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg Rozporządzenia dot. świadectw

Strumień podstawowy - V_{nom}

<i>Typ pomieszczenia</i>	<i>Powierzchnia, m^2</i>	<i>Wskaźnik, $m^3/(s\ m^2)$</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m^3/h</i>
Budynek szkoły	1 864	0,00056	3 758
ŁĄCZNIE V_{nom}			3 758

Strumień dodatkowy

<i>Typ pomieszczenia</i>	<i>Kubatura ogrz., m^3</i>	<i>Krotność wymian , h^{-1}</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m^3/h</i>
Budynek szkoły	6 746	0,2	1 349
ŁĄCZNIE V_{inf}			1 349

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg Rozporządzenia dot. świadectw ($V_{nom} + V_{inf}$) - DO KARTY AUDYTU

Budynek szkoły	5 108	m^3/h
Razem	5 108	m^3/h
Kubatura wentylowana budynku $V=$	6 746	m^3
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,76	h^{-1}

Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-EN-12831

<i>Typ pomieszczenia</i>	<i>Kubatura ogrz., m^3</i>	<i>Krotność wymian , h^{-1}</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m^3/h</i>
Budynek szkoły	6 746	1	6 746
ŁĄCZNIE $V_{PN-12831}$			6 746

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego**Współczynniki korekcyjne wg Rozporządzenia dot. audytów**

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki	Po wymianie okien bez nawiewników
c_r	1,1	0,70	1,0
c_w	1,0	1,0	1,0
c_m	1,2	1,0	1,0

Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęte do optymalizacji usprawnienia związanego z wymianą okienDo obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok] wg Rozporządzenia dot. świadectw

Budynek szkoły	$c_r * c_w * V_{nom}$	4 134	2 631 m ³ /h
Razem		4 134	2 631 m ³ /h

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW] wg PN-EN-12831

Budynek szkoły	$c_m * V_{PN-12831}$	8 096	6 746 m ³ /h
Razem		8 096	6 746 m ³ /h

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg·dK)	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² ·dzień)	0,80	0,80
powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	4 402	4 402
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,55	0,55
liczba dni w roku t_R	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	37 025	37 025
Energia z kolektorów słonecznych - zysk solarny c.w.u.	kWh/a	0	0
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,99	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,70	0,70
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji η_{sw}	-	1,00	1,00
sprawność całkowita η_{wtot}	-	0,69	0,69
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	53 427	53 427
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	192,3	192,3

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników - L	os	354	354
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{d\dot{s}r} = A_f \cdot V_{cw} / 1001$	m ³ /d	3,521	3,521
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{h\dot{s}r} = q_{d\dot{s}r} / 18$	m ³ /h	0,196	0,196
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,226	2,226
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / (10^6 \cdot \eta_{wtot})$	GJ/m ³	0,272	0,272
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\dot{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	32,9	32,9
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	14,8	14,8

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 7.0 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,2215	862
2	0,2222	865
3	0,2455	1097
4	0,2735	1268
5	0,2916	1388
0 - stan istniejący	0,3351	1490

Obliczenie stopniodni S_d

Dane klimatyczne dla Jeleniej Góry

S_d dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)

	Dane dla miesięcy								
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
Średnia temp. miesięczna Θ_e [°C]	-1,5	-2,4	4,6	6,3	11,6	12	7,7	4,5	0,5
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	667	627	477	411	42	40	381	465	605

Dla przegród zewnętrznych

S_d

3 715

dzień*K/rok

przy $\Theta_{int,H} = 20$ °C

stan przed

stan po

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu ogrzewania przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,H,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{H,g}$ pompy ciepła	0,0	0,0	-
	$Q_{k,H}$	1 432	829	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	0	0	GJ/rok
Razem	$Q_{k,H,oze}$	0	0	GJ/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,W,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{W,g}$ pompy ciepła	0,0	0,0	-
	$Q_{k,W}$	192	192	
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	0	0	GJ/rok
Razem	$Q_{k,W,oze}$	0	0	GJ/rok

Udział odnawialnych źródeł energii U_{oze}

roczne zapotrzebowanie na energię końcową c.o. + c.w.u.	Q_k	1 624	1 021	GJ/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	U_{oze}	0,00%	0,00%	%

ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTIMALNEGO			
*		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Ogrzewanie + wentylacja	GJ/rok	1 431,97	828,88
	kWh/rok	397 769,44	230 244,44
	Koszty zł	176 523,36	106 017,48
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	192,34	192,34
	kWh/rok	53 427,00	53 427,00
	Koszty zł	17 427,67	17 427,67
Energia elektryczna - oświetlenie	GJ/rok	266,95	187,06
	kWh/rok	74 152,00	51 960,00
	Koszty zł	44 498,05	31 180,80
Energia elektryczna - instalacja PV	GJ/rok	0,00	-165,94
	kWh/rok	0,00	-46 095,71
	Koszty zł	0,00	-27 661,68
Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku	GJ/rok	1 891,25	1 042,33
	kWh/rok	525 348,44	289 535,73
	Koszty zł	238 449,08	126 964,27
Oszczędność energii końcowej	%	-----	44,89%

	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii / redukcja zanieczyszczeń
1	2	3	4	5 = 3-4
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o. + went. + c.w.u.)	GJ/rok	1 624,31	1 021,22	603,09
	kWh/rok	451 196,44	283 671,44	167 525,00
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	GJ/rok	266,95	21,11	245,84
	kWh/rok	74 152,00	5 864,29	68 287,71
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	2 587,58	1 186,67	1 400,91
	kWh/rok	718 772,09	329 631,46	389 140,63
Roczna emisja gazów cieplarnianych	ton CO ₂ /rok	173,68	79,89	93,79
	%			54,00%
Roczna emisja pyłów PM10	ton/rok	0,01290	0,00724	0,00566
	%			43,87%
Roczna emisja pyłów PM2,5	ton/rok	0,00464	0,00260	0,00203
	%			43,87%

OKREŚLENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGOWskaźniki emisji CO₂ dla źródeł ciepła zgodnie z KOBIZE za rok 2020

jednostka	Węgiel kamienny	Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa
kg/GJ	94,75	55,35	74,10	0,00

Wskaźniki emisji CO₂ dla energii elektrycznej pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):**719,0 kg CO₂/MWh** zgodnie z KOBIZE za rok 2020

Wskaźniki emisji TSP dla odbiorców końcowych pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):

0,029 kg /MWh zgodnie z KOBIZE za rok 2020

Pył TSP_{olej} 407,184 g/Mg zgodnie z „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń za spalania paliw w kotłach o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW”

Wskaźniki emisji dla energii cieplnej

	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/a	%
CO ₂	74,100	1 624,31	120 361,2	74,100	1 021,22	75 672,2	44 688,97	37,13
	kg/Mg	Mg		kg/Mg	Mg			
pył PM10 z TSP	0,2995	37,77	11,314	0,2995	23,75	7,113	4,20	37,13
pył PM2,5 z TSP	0,1077	37,77	4,067	0,1077	23,75	2,557	1,51	37,13

Wskaźniki emisji dla energii elektrycznej

	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/a	%
Pył PM 10	0,0213	74,15	1,582	0,0213	5,86	0,125	1,457	92,09
Pył PM 2,5	0,0077		0,569	0,0077		0,045	0,524	92,09
CO ₂	719,00		53 315,29	719,00		4 216,42	49 098,86	92,09

Całkowity efekt ekologiczny

	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	efekt ekologiczny	
Rodzaj zanieczyszczenia	Wielkość emisji	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/a	kg/a	kg/a	%
Pył PM 10	12,896	7,239	5,658	43,87
Pył PM 2,5	4,635	2,602	2,034	43,87
CO ₂	173 676,45	79 888,62	93 787,83	54,00

Obliczeniowa ilość zużytego oleju opałowego przed modernizacją

WO (wartość opałowa)

43 MJ/kg

ilość paliwa: 37 774,59 kg

Obliczeniowa ilość zużytego oleju opałowego po modernizacji

WO (wartość opałowa)

43 MJ/kg

ilość paliwa: 23 749,24 kg

**Potwierdzenie wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie
dla stanu istniejącego i wariantu optymalnego**

Wyniki - Ogólne

Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4401,8	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	20784,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	193717	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	141405	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	335122	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	335122	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	76,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	16,1	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	19206,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1489,60	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	413778	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4401,78	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	20784,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	338,4	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	94,0	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	71,7	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	19,9	kWh/ (m ³ ·rok)

Wyniki - Ogólne

Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4401,8	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	20784,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	123598	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	97888	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	221487	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	221487	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	50,3	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	10,7	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	17073,9	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	862,24	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	239512	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	4401,78	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	20784,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	195,9	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	54,4	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	41,5	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	11,5	kWh/ (m ³ ·rok)

Analiza opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej o mocy 2 x 30,7 kWp na potrzeby budynku

energia elektryczna

ZAŁOŻENIA

A. zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia:

74 152 kWh/rok

Zaprojektowano moduły fotowoltaiczne o mocy nominalnej 370 Wp - 166 sztuk (2x83 sztuki).

Moc wyjściowa układu:

61,4 kWp

Średnia ilość energii rocznie z sieci:

28 056 kWh

Średnia ilość energii rocznie z instalacji PV:

58 349 kWh

Średnia ilość energii rocznie z PV na potrzeby własne:

17 505 kWh

Średnia ilość energii rocznie - system opustów (PROSUMENT):

28 591 kWh

ANALIZA FINANSOWA INWESTYCJI

Nakłady inwestycyjne N_U

Koszt urządzeń, instalacji: 264 106,00 PLN (urządzenia wchodzące w skład instalacji + montaż)

Koszt projektowania: 6 150,00 PLN

Koszt całkowity: 270 256,00 PLN

Średni roczny zysk w okresie eksploatacji: 35 014,79 PLN

SPBT - prosty czas zwrotu nakładów 7,7 lat

Podstawa przyjętych wartości N_U

Kalkulację kosztów wdrożenia rozwiązania sporządzono na podstawie kosztorysu.

Oferta obejmuje dostawę, montaż, pomiary elektryczne i uruchomienie. Podane kwoty są brutto.

Korzyści pozafinansowe po zrealizowaniu modernizacji:

Istotną korzyścią niefinansową, która pojawi się po zrealizowaniu modernizacji to ograniczenie emisji dwutlenku węgla i innych pierwiastków szkodliwych dla atmosfery. Modernizacja wpłynie korzystnie na ochronę środowiska.

Harmonogram wdrażania procesu modernizacji:

- 1 Wykonać projekt techniczny inwestycji PV
- 2 Wysłanie zapytania ofertowego do potencjalnych wykonawców celem zebrania rozwiązań i wyceny realizacji inwestycji PV
- 3 Wybór rozwiązania technicznego i wykonawcy na podstawie otrzymanych ofert
- 4 Po wykonaniu dokumentacji projektowej modernizacji złożenie wniosku o pozwolenie na realizację robót
- 5 Złożenie wniosku o dofinansowanie planowanej modernizacji przy wykorzystaniu PV
- 6 Zawarcie umowy z wykonawcą robót
- 7 Realizacja robót
- 8 Odbiór techniczny
- 9 Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po 12 m-cach eksploatacji)