

BRANSAN

JAROSŁAW KOZIEŁ

Branica Radzyńska 55, 21-300 Radzyń Podlaski

tel. 609-986-070, e-mail: biuro@bransan.pl

www.bransan.pl

AUDYT ENERGETYCZNY

OBIEKT:	BUDYNEK LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO	
INWESTOR:	POWIAT RADZYŃSKI PLAC POTOCKIEGO 1 21-300 RADZYŃ PODLASKI	
ADRES INWESTYCJI:	I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCE W RADZYNIU PODLASKIM UL. PARTYZANTÓW 8 21-300 RADZYŃ PODLASKI	
AUTOR:	mgr inż. Jarosław Kozieł <i>Nr wpisu do wykazu osób uprawnionych: 18408</i>	<i>mgr inż. Jarosław Kozieł</i> nr wpisu do CRCHEB 18408
WSPÓŁAUTOR:	mgr inż. Anna Kozieł <i>Nr wpisu do wykazu osób uprawnionych: 18581</i>	<i>mgr inż. Anna Kozieł</i> nr wpisu do CRCHEB 18581

1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO

1.1 Dane identyfikacyjne budynku			
1.1.1 Rodzaj budynku	Szkolny	1.1.2. Rok budowy	1963
1.1.3. INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) * w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości	Powiat Radzyński	1.1.4. Adres budynku	ul. Partyzantów 8 21-300 Radzyń Podlaski
1.2. Nazwa, adres, REGON podmiotu wykonującego audyt			
BRANSAN JAROSŁAW KOZIEŁ Branica Radzyńska 55, 21-300 Radzyń Podlaski REGON 369982419			
1.3. Imię i nazwisko, adres, numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
mgr inż. Jarosław Kozieł, upr. bud.: LUB/0090/PWBS/16, nr wpisu do wykazu osób upr.: 18408 zam. Branica Radzyńska 55, 21-300 Radzyń Podlaski			
1.4. Współautorzy audytu: imię, nazwisko, zakres pracy przy opracowaniu			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	
1.	mgr. inż. Anna Kozieł, nr wpisu do wykazu osób uprawnionych: 18581	Obliczenia zapotrzebowania ciepła	
1.5. Miejscowość		Branica Radzyńska	Data wykonania 21.05.2025 r.
1.6. Spis treści:			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			2
2. Karta audytu energetycznego budynku			3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy sporządzeniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			9
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			11
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			25
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			26
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			45
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji			53
9. Efekt energetyczny i ekologiczny			54

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna murowana	Tradycyjna murowana
2.	Liczba kondygnacji	1/3	1/3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	12 330,40	12 330,40
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	3 600,61	3 600,61
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	3 600,61	3 600,61
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5)/(poz. 4) [%]	100	100
7.	Liczba lokali mieszkalnych	Nie dotyczy	Nie dotyczy
8.	Liczba osób użytkujących budynek	Nie dotyczy	Nie dotyczy
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Kocioł gazowy	Kocioł gazowy
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	Węzeł cieplny	Węzeł cieplny
11.	Współczynnik kształtu A/Ve 1/m	0,27	0,27
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	Szkoła	Szkoła
2. współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² *K)]			
1.	Ściany zewnętrzne piwnica (SZ_PIWNICA) / ściany zewnętrzne parter i I piętro (SZ_PARTER) / ściany zewnętrzne II piętro (SZ_2P) / ściany zewnętrzne siłownia (SZ_SIŁOWNIA)	0,238 / 0,248 / 0,237 / 0,402	0,181 / 0,187 / 0,181 / 0,195
2.	Dach	-	-
3.	Stropodach niewentylowany / stropodach wentylowany / stropodach siłownia	0,409 / 1,071 / 0,408	0,139 / 0,133 / 0,139
4.	Podłoga P1 / podłoga P2	0,253 / 0,293	0,253 / 0,293
5.	Okna OZ / okna OZ_DZ_Hala	2,0 / 2,2	0,9 / 0,9
6.	Drzwi zewnętrzne DZ	3,0	1,3

3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłania [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,75	0,82
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1	1
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1	1
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,83	0,83
2.	Sprawność przesyłania [-]	0,50	0,50
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)	grawitacyjna	grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	kanały went.	kanały went.
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	12 330,40	12 330,40
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,0	1,0
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	463,05	397,77
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	7,0	7,0

3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 092,06	1 492,70
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3 076,55	1 990,26
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	109,27	109,27
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku - bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ² rok)]	106,90	64,00
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ² rok)]	157,10	77,80
10. ¹	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	2,00
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ² [zł/GJ]	158,30	158,30
2.	Koszt 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³ [zł/(MW*m-c)]	19 247,32	19 247,32

3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	47,80	47,80
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowania ciepłej wody użytkowej na miesiąc ³ [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]	-	-
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	Brak	Brak
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m ² *rok)]	189,30	104,10
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² *rok)]	204,30	95,70
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	40,13	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	599,36	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	14,32	
6.	Roczne oszczędności energii finalnej [zł/rok]	162 395,93	
7.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴	10,13	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	Netto	Brutto
		2 182 832,92	2 684 884,50
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] ⁴	Netto	Brutto
		93 170,73	114 600,00

3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%]	4,09	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK /NIE ⁵		
5.	Premia termomodernizacyjna ⁶ [zł]*	-	
9. Grant termomodernizacyjny			
1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art.7 ust.2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. - Prawo budowlane [kWh/(m ² *rok)]	95	
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ /NIE ODPOWIADAJĄ ⁷ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art.7 ust.2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. - Prawo budowlane		
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł] ^{8**}	-	
10. Premia MZG i grant MZG ⁹			
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego/ W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷ w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art.11h ust.1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: - pkt 1 / - pkt 2 / - pkt 3 ⁷		
2.	Wysokość premii MZG [zł]	nie dotyczy	
3.	Wysokość grantu MZG [zł] ^{4***}	nie dotyczy	nie dotyczy
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wysokością grantu MZG[zł]	nie dotyczy	nie dotyczy
11. Inne			
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷ zastosowana wysokosprawna kogeneracja		
2.	Budynek JEST / NIE JEST ² wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków		
3.	Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI ⁷ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art.11g ust.2 ustawy		

4.	Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE-WYNIKA ⁷ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art.5a ust.2 i art. 11g ust.1 pkt 4 ustawy ¹⁰
----	--

¹ 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.

² Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

³ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

⁴ Jeśli dotyczy.

⁵ Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.

⁶ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.

⁷ Niepotrzebne skreślić.

⁸ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.

⁹ Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.

¹⁰ Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.

* Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:

1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;

2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;

3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy.

** 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.

***) 30% kosztów przedsięwzięcia netto

3. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA

3.1 Rozporządzenia i Normy techniczne

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065 z późn. zm.)
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376 z późn. zm.).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. z 2009 Nr 43 poz.346 z późn. zm.).
4. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 grudnia 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U.2022 poz. 2816).
5. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
6. KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.
7. PN-EN ISO 6946:2008 Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.
8. PN-EN 12831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
9. PN EN ISO 13370:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Przenoszenie ciepła przez grunt. Metody obliczania.
10. PN-EN ISO 13789:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację -- Metoda obliczania.
11. PN-EN ISO 10077:2007 Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi, żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. (Cz.1, Cz.2).
12. PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
13. PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
14. PN-EN ISO 13790:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.

3.2 Dokumentacje projektowe i inne dokumenty przekazane przez inwestora

Inwentaryzacja własna. Informacje dotyczące przeznaczenia, konstrukcji, przegród budynku oraz instalacji c.o. i c.w.u. uzyskane zostały od zarządcy budynku.

3.3 Osoby udzielające informacji

Ewa Grodzka – przedstawiciel Inwestora (dyrektor szkoły).

3.4 Data wizytacji terenowej

Marzec 2025 r.

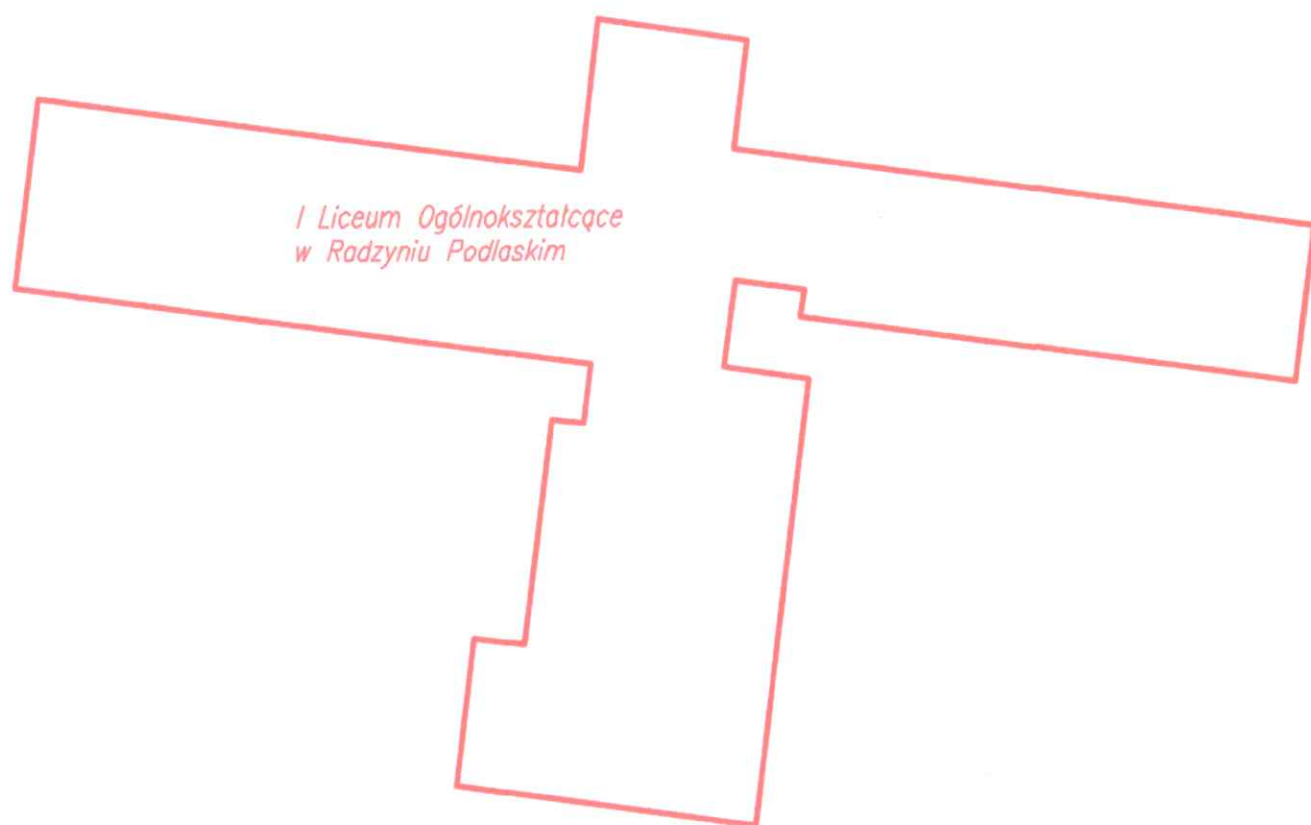
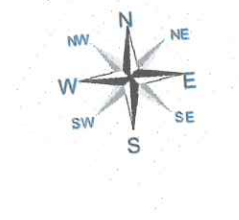
3.5 Wytyczne i uwagi inwestora

Wykonanie oceny stanu budynku pod względem izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych oraz wskazanie możliwości zmniejszenia zużycia energii cieplnej i elektrycznej. Należy przewidzieć wykonanie termomodernizacji budynku poprzez docieplenie przegród zewnętrznych (ścian, stropodachów), wymianę stolarki okiennej i drzwiowej, modernizacji systemu centralnego ogrzewania, modernizacja oświetlenia oraz możliwości zainstalowania źródeł OZE w modernizowanym budynku.

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA W STANIE ISTNIEJĄCYM

4.1. Ogólne dane budynku					
1.	Przeznaczenie budynku	Szkoła	7.	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	3 600,61 m ²
2.	Rok budowy budynku	1963	8.	Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	12 330,40 m ³
3.	Technologia budynku	Tradycyjna murowana	9.	Kubatura budynku	12 330,40 m ³
4.	Rodzaj budynku szeregowy/wolnostojący	Wolnostojący	10.	Liczba użytkowników	Nie dotyczy
5.	Podpiwniczenie budynku	Tak	11.	Obwód budynku	288,7 m
6.	Średnia wysokość kondygnacji	3,42 m	12.	Współczynnik kształtu A/V	0,27

4.2. Rzut budynku z naniesionymi stronami świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Budynek wolnostojący wybudowany w technologii tradycyjnej murowanej. Ściany zewnętrzne przy gruncie SZ_GRUNT składające się z następujących warstw: tynku cementowo-wapiennego o grubości ok. 1,5 cm, cegły ceramicznej pełnej 51 cm, styroduru 10 cm. Ściany zewnętrzne (piwnica) SZ_PIWNICA składające się z następujących warstw: tynku cementowo-wapiennego o grubości ok. 1,5 cm, cegły ceramicznej pełnej 51 cm, styropianu 14 cm, tynku cementowo-wapiennego o grubości ok. 1,5 cm. Ściany zewnętrzne (parter i I piętro) SZ_PARTER składające się z warstw: tynku cementowo-wapiennego o grubości ok. 1,5 cm, cegły ceramicznej pełnej 38 cm, styropianu 14 cm, tynku cienkowarstwowego ok. 0,5 cm. Ściany zewnętrzne (II piętro) SZ_2P, składające się z warstw: tynku cementowo-wapiennego o grubości ok. 1,5 cm, cegły ceramicznej dziurawki 38 cm, styropianu 14 cm, tynku cienkowarstwowego ok. 0,5 cm. Ściany zewnętrzne (siłownia) SZ_SIŁOWN zbudowane z gazobetonu 24 cm, styropianu 4 cm, cegły kratówki 12 cm, tynku cementowo-wapiennego o grubości ok. 1,5 cm.

Stropodach niewentylowany (szkoła) składający się z warstw: tynku cementowo-wapiennego o grubości ok. 1,5 cm, stropu żelbetowego ok. 24 cm, wełny mineralnej 10 cm, pustki powietrznej ok. 20 cm, płyt żelbetowych, papy asfaltowej. Stropodach wentylowany (nad salą gimnastyczną) składający się z warstw: tynku cementowo-wapiennego o grubości ok. 1,5 cm, stropu żelbetowego ok. 10 cm, płyt wiórowo-cementowych 10 cm, pustki powietrznej ok. 70 cm, płyt żelbetowych ok. 6 cm, papy termozgrzewalnej. Stropodach (nad siłownią) zbudowany z: żelbetu grubości 24 cm, wełna mineralna 10 cm, żelbetu 6 cm, papy termozgrzewalnej.

Podłogi w piwnicy (PODŁ_PIWNICA) zbudowane z następujących warstw: piasek ubity ok. 25 cm, beton 12 cm, posadzka betonowa 3cm, styropian ekstrudowany 4 cm, szlichta cementowa 4 cm, posadzka z żywicy poliuretanowej lub epoksydowej. Podłoga hala sportowa (PODŁ_HALA) na gruncie zbudowane z następujących warstw: piasek ubity ok. 25 cm, beton 12 cm, posadzka betonowa 3cm, styropian ekstrudowany 4 cm, szlichta cementowa 4 cm, parkiet.

Okna dwuszybowe z PCV. Drzwi zewnętrzne wejściowe dwuszybowe z PCV. Drzwi zewnętrzne do pomieszczenia wężla ciepłego stalowe.



Zdjęcie 1. Elewacja północna.



Zdjęcie 2. Elewacja północna.



Zdjęcie 3. Elewacja północna.



Zdjęcie 4. Elewacja zachodnia.



Zdjęcie 5. Elewacja zachodnia.



Zdjęcie 6. Elewacja zachodnia.



Zdjęcie 7. Elewacja południowa.



Zdjęcie 8. Elewacja południowa.



Zdjęcie 9. Elewacja południowo-wschodnia (sala gimnastyczna).



Zdjęcie 10. Elewacja wschodnia (sala gimnastyczna, siłownia).



Zdjęcie 11. Elewacja północno-wschodnia.



Zdjęcie 12. Okna zewnętrzne.

System grzewczy

W budynku zainstalowana jest instalacja centralna, przewody nieizolowane termicznie. Instalacja centralnego ogrzewania wyposażona jest w grzejniki żeliwne bez zaworów termostatycznych. Zasilanie z węzła cieplnego znajdującego się w budynku.



Zdjęcie 13. Grzejnik w budynku szkoły.

System zaopatrzenia w c.w.u.

Przygotowanie ciepłej wody użytkowej realizowane jest za pomocą pojemnościowych podgrzewaczy gazowych.



Zdjęcie 14. Gazowy podgrzewacz ciepłej wody użytkowej w kuchni.

Wentylacja

W budynku znajduje się wentylacja grawitacyjna.

4.4. Charakterystyka energetyczna budynku

lp.	rodzaj danych	jednostka	dane
1.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby c.o.	kW	71,7
2.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby c.w.u.	kW	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o.	kW	463,05
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	kW	7,00
5.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby wentylacji	kW	-
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego	GJ/rok	2 092,06
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego	GJ/rok	3 076,55
8.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	109,27
Taryfy i opłaty			
1.	Opłata za 1 GJ na ogrzewanie – c.o.	zł/GJ	158,32
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie – c.o.	zł/(MW*m-c)	19 247,32
3.	Inne koszty, np.: abonament	zł/m-c	-
4.	Opłata za 1 GJ na ogrzewanie – c.w.u.	zł/GJ	105,04
5.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	zł/(MW*m-c)	-
6.	Inne koszty, np.: abonament	zł/m-c	-

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

1.	Typ instalacji	Centralne	
2.	Parametry pracy instalacji	75/55 °C	
3.	Przewody w instalacji	Stalowe	
4.	Stan izolacji przewodów	Dobry	
5.	Rodzaje grzejników	Żeliwne	
6.	Oslonięcie grzejników	Brak	
7.	Zawory termostacyjne	Nie	
8.	Odpowietrzenie instalacji	Tak	
9.	Naczynie wzbiorcze	Ciśnieniowe	
10.	Zabezpieczenie instalacji	Naczynie wzbiorcze	
11.	Ogrzewanie liczba dni w tygodniu/ liczba godz. na dobę	7/24	
12.	Modernizacja instalacji (po 1984r)	Tak	
Wartości współczynników sprawności systemu ogrzewania			
13.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,95
14.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła	η_{Hd}	0,96
15.	Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,75
16.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła	η_H	1,00
17.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu	η_{Htot}	0,68
18.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00
19.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody – stan istniejący

1.	Rodzaj instalacji	Centralna
2.	Parametry pracy instalacji	45°C
3.	Udział OZE	0
4.	Przewody instalacji i ich izolacja	Stal - średnia izolacja termiczna
5.	Cyrkulacja	Brak
6.	Zasobnik ciepłej wody	Tak
7.	Opomiarowanie ciepłej wody	Nie

4.7. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni – stan istniejący

Budynek zasilany jest z przyłącza miejskiej sieci ciepłej PEC. Całkowite zapotrzebowanie ciepła na potrzeby instalacji c.o. wynosi 71,7 kW



Zdjęcie 15. Węzeł cieplny.

4.9. Charakterystyka instalacji gazowej oraz przewodów kominowych – stan istniejący

Nie dotyczy.

4.10. Charakterystyka instalacji elektrycznej – stan istniejący

Instalacja elektryczna budynku zasilana z sieci energetycznej PGE.

5. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU W ZAKRESIE ISTOTNYM DLA WSKAZANIA WŁAŚCIWYCH USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH.

Lp.	Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
1.	Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne zbudowane zgodnie z opisem w punkcie 4.3. - zalecana modernizacja ścian zewnętrznych poprzez docieplenie styropianem.
2.	Okna zewnętrzne	Okna dwuszybowe z PCV, posiadają mostki termiczne – zalecana wymiana.
3.	Drzwi zewnętrzne	Drzwi zewnętrzne stalowe i z PCV dwuszybowe – zalecana wymiana.
4.	Stropodach	Stropodachy zbudowane zgodnie z opisem w punkcie 4.3. – ze względu na konstrukcję zalecana modernizacja stropodachów wentylowanych.
5.	Podłoga	Podłogi zbudowane zgodnie z opisem w punkcie 4.3.– ze względu na wysokie koszty modernizacji oraz realne niskie zyski z tego tytułu modernizacja niekonieczna.
6.	System grzewczy	Ciepło na potrzeby centralnego ogrzewania wytwarzane dostarczane z węzła ciepłego (PEC). Instalacja centralnego ogrzewania wyposażona jest w grzejniki żeliwne bez regulacji miejscowej – zalecana modernizacja systemu grzewczego.
7.	Instalacja ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda podgrzewana za pomocą pojemnościowych podgrzewaczy gazowych – zalecana modernizacja.

6. OKREŚLENIE WSKAZANYCH RODZAJÓW ULEPSZEŃ ZGODNIE Z ALGORYTMEM OCENY OPLACALNOŚCI I OPTYMALIZACJI.

6.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja ścian zewnętrznych piwnicy (SZ_PIWNICA)		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1: styropian grafitowy $\lambda=0,031$ [W/(m*K)] Wariant 2: styropian biały $\lambda=0,038$ [W/(m*K)]	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia	231,0 m ²	
Stopniodni: 3143,40 [dzień*K/rok]	$t_{wo} = 20,0$ °C	$t_{zo} = -20,0$ °C

	Jedn.	Stan istn.	Wariant numer	
			1	2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	158,30	158,30	158,30
Opłata za 1 MW	zł/(MW*m-c)	-	-	-
Inne koszty, abonament	zł/m-c	-	-	-
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m	-	0,04	0,05
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² *K)	0,238	0,182	0,181
Opór cieplny R	(m ² *K)/W	4,196	5,486	5,512
Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² *K)/W	-	1,290	1,316
Straty ciepła przez przenikanie	GJ	21,53	16,48	16,41
Roczne koszty	zł/rok	3 408,20	2 608,78	2 597,70
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	-	799,42	810,50
Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	240,00	230,00
Koszty realizacji usprawnienia	zł	-	55 440,00	53 130,00
Prosty czas zwrotu	lata		69,35	65,55

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

- koszt realizacji wariantu optymalnego: 53 130,00 zł,
- prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 65,55 lat,
- optymalna grubość dodatkowej izolacji: 5 cm styropianu białego $\lambda=0,038$ [W/(m*K)].

6.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja ścian zewnętrznych parter i I piętro (SZ_PARTER)		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1: styropian grafitowy $\lambda=0,031$ [W/(m*K)] Wariant 2: styropian biały $\lambda=0,038$ [W/(m*K)]	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia	1328,0 m ²	
Stopniodni: 3143,40 [dzień*K/rok]	$t_{wo} = 20,0$ °C	$t_{zo} = -20,0$ °C

	Jedn.	Stan istn.	Wariant numer	
			1	2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	158,30	158,30	158,30
Opłata za 1 MW	zł/(MW*m-c)	-	-	-
Inne koszty, abonament	zł/m-c	-	-	-
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m	-	0,04	0,05
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² *K)	0,248	0,188	0,187
Opór cieplny R	(m ² *K)/W	4,027	5,318	5,343
Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² *K)/W	-	1,291	1,316
Straty ciepła przez przenikanie	GJ	127,39	97,43	97,20
Roczne koszty	zł/rok	20 165,84	15 423,17	15 386,76
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	-	4 742,67	4 779,08
Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	240,00	230,00
Koszty realizacji usprawnienia	zł	-	318 720,00	305 440,00
Prosty czas zwrotu	lata		67,20	63,91

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

- koszt realizacji wariantu optymalnego: 305 440,00 zł,
- prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 63,91 lat,
- optymalna grubość dodatkowej izolacji: 5 cm styropianu białego $\lambda=0,038$ [W/(m*K)].

6.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja ścian zewnętrznych II piętro (SZ_2P)		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1: styropian grafitowy $\lambda=0,031$ [W/(m*K)] Wariant 2: styropian biały $\lambda=0,038$ [W/(m*K)]	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia	529,0 m ²	
Stopniodni: 3143,40 [dzień*K/rok]	$t_{wo} = 20,0$ °C	$t_{zo} = -20,0$ °C

	Jedn.	Stan istn.	Wariant numer	
			1	2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	158,30	158,30	158,30
Opłata za 1 MW	zł/(MW*m-c)	-	-	-
Inne koszty, abonament	zł/m-c	-	-	-
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m	-	0,04	0,05
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² *K)	0,237	0,182	0,181
Opór cieplny R	(m ² *K)/W	4,212	5,503	5,528
Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² *K)/W	-	1,291	1,316
Straty ciepła przez przenikanie	GJ	47,46	37,40	37,44
Roczne koszty	zł/rok	7 512,92	5 920,42	5 926,75
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	-	1 592,50	1 586,17
Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	240,00	230,00
Koszty realizacji usprawnienia	zł	-	126 960,00	121 670,00
Prosty czas zwrotu	lata		79,72	76,71

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

- koszt realizacji wariantu optymalnego: 121 670,00 zł,
- prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 76,71 lat,
- optymalna grubość dodatkowej izolacji: 5 cm styropianu białego $\lambda=0,038$ [W/(m*K)].

6.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja ścian zewnętrznych silowni (SZ_SIŁOWNIA)		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1: styropian grafitowy $\lambda=0,031$ [W/(m*K)] Wariant 2: styropian biały $\lambda=0,038$ [W/(m*K)]	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia	36,0 m ²	
Stopniodni: 3143,40 [dzień*K/rok]	$t_{wo} = 20,0$ °C	$t_{zo} = -20,0$ °C

	Jedn.	Stan istn.	Wariant numer	
			1	2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	158,30	158,30	158,30
Opłata za 1 MW	zł/(MW*m-c)	-	-	-
Inne koszty, abonament	zł/m-c	-	-	-
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m	-	0,08	0,10
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² *K)	0,402	0,197	0,195
Opór cieplny R	(m ² *K)/W	2,485	5,066	5,117
Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² *K)/W	-	2,581	2,632
Straty ciepła przez przenikanie	GJ	5,63	2,78	2,76
Roczne koszty	zł/rok	891,23	440,07	436,91
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	-	451,16	454,32
Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	260,00	250,00
Koszty realizacji usprawnienia	zł	-	9 360,00	9 000,00
Prosty czas zwrotu	lata		20,75	19,81

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

- koszt realizacji wariantu optymalnego: 9 000,00 zł,
- prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,81 lat,
- optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm styropianu białego $\lambda=0,038$ [W/(m*K)].

6.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez stropodach.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja stropodachu – stropodach niewentylowany (szkoła)		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1: wełna mineralna $\lambda=0,031$ [W/(m*K)] Wariant 2: wełna mineralna $\lambda=0,038$ [W/(m*K)]	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia	970,0 m ²	
Stopniodni: 3143,40 [dzień*K/rok]	$t_{wo} = 20,0$ °C	$t_{zo} = -20,0$ °C

	Jedn.	Stan istn.	Wariant numer	
			1	2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	158,30	158,30	158,30
Opłata za 1 MW	zł/(MW*m-c)	-	-	-
Inne koszty, abonament	zł/m-c	-	-	-
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m	-	0,15	0,18
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² *K)	0,409	0,137	0,139
Opór cieplny R	(m ² *K)/W	2,446	7,284	7,182
Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² *K)/W	-	4,838	4,736
Straty ciepła przez przenikanie	GJ	154,25	52,02	52,82
Roczne koszty	zł/rok	24 417,78	8 234,77	8 361,41
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	-	16 183,01	16 056,37
Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	210,00	200,00
Koszty realizacji usprawnienia	zł	-	203 700,00	194 000,00
Prosty czas zwrotu	lata		12,59	12,08

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

- koszt realizacji wariantu optymalnego: 194 000,00 zł,
- prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 12,08 lat,
- optymalna grubość dodatkowej izolacji: 18 cm wełny mineralnej $\lambda=0,038$ [W/(m*K)].

6.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez stropodachy.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja stropodachu – stropodach wentylowany (sala gimnastyczna)		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1: wełna mineralna $\lambda=0,031$ [W/(m*K)] Wariant 2: wełna mineralna $\lambda=0,038$ [W/(m*K)]	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia	423,0 m ²	
Stopniodni: 3143,40 [dzień*K/rok]	$t_{wo} = 20,0$ °C	$t_{zo} = -20,0$ °C

	Jedn.	Stan istn.	Wariant numer	
			1	2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	158,30	158,30	158,30
Opłata za 1 MW	zł/(MW*m-c)	-	-	-
Inne koszty, abonament	zł/m-c	-	-	-
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m	-	0,20	0,25
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² *K)	1,071	0,135	0,133
Opór cieplny R	(m ² *K)/W	0,934	7,385	7,513
Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² *K)/W	-	6,451	6,579
Straty ciepła przez przenikanie	GJ	176,12	22,37	22,02
Roczne koszty	zł/rok	27 879,80	3 541,17	3 485,77
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	-	24 338,63	24 394,03
Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	240,00	230,00
Koszty realizacji usprawnienia	zł	-	101 520,00	97 290,00
Prosty czas zwrotu	lata		4,17	3,99

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

- koszt realizacji wariantu optymalnego: 97 290,00 zł,
- prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 3,99 lat,
- optymalna grubość dodatkowej izolacji: 25 cm wełny mineralnej $\lambda=0,038$ [W/(m*K)].

6.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez stropodachy.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja stropodachu – stropodach siłownia		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1: wełna mineralna $\lambda=0,031$ [W/(m*K)] Wariant 2: wełna mineralna $\lambda=0,038$ [W/(m*K)]	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia	43,0 m ²	
Stopniodni: 3143,40 [dzień*K/rok]	$t_{wo} = 20,0$ °C	$t_{zo} = -20,0$ °C

	Jedn.	Stan istn.	Wariant numer	
			1	2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	158,30	158,30	158,30
Opłata za 1 MW	zł/(MW*m-c)	-	-	-
Inne koszty, abonament	zł/m-c	-	-	-
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m	-	0,15	0,18
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² *K)	0,408	0,137	0,139
Opór cieplny R	(m ² *K)/W	2,449	7,288	7,186
Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² *K)/W	-	4,839	4,737
Straty ciepła przez przenikanie	GJ	6,89	2,32	2,35
Roczne koszty	zł/rok	1 090,69	367,26	372,01
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	-	723,43	718,68
Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	210,00	200,00
Koszty realizacji usprawnienia	zł	-	9 030,00	8 600,00
Prosty czas zwrotu	lata		12,48	11,97

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

- koszt realizacji wariantu optymalnego: 8 600,00 zł,
- prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 11,97 lat,
- optymalna grubość dodatkowej izolacji: 18 cm wełny mineralnej $\lambda=0,038$ [W/(m*K)].

6.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez okna.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Wymiana okien OZ		
Proponowane warianty	Wariant 1: okna drewniane, $U = 0,9$ [$W/(m^2 \cdot K)$] Wariant 2: okna z PVC, $U = 0,9$ [$W/(m^2 \cdot K)$]	
Powierzchnia przegrody	730,00 m ²	
Stopniodni: 3143,40[dzień·K/rok]	$t_{wo} = 20,0$ °C	$t_{zo} = -20,0$ °C

	Jedn.	Stan istn.	Wariant numer	
			1	2
Oплата za 1 GJ	zł/GJ	158,30	158,30	158,30
Oплата za 1 MW	zł/(MW·m-c)	-	-	-
Inne koszty, abonament	zł/m-c	-	-	-
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² ·K)	2,000	0,900	0,900
Straty ciepła przez przenikanie	GJ	572,7	257,15	257,15
Roczne koszty	zł/rok	90 658,41	40 706,85	40 706,85
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	-	49 951,57	49 951,57
Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	1 980,00	1 320,00
Koszty realizacji usprawnienia	zł	-	1 445 400,00	963 600,00
Prosty czas zwrotu	lata		28,94	19,29

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

- koszt realizacji wariantu optymalnego: 963 600,00 zł,
- prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,29 lat,
- okna z PVC trzyszybowe, $U = 0,9$ [$W/(m^2 \cdot K)$].

6.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez okna.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Wymiana okien OZ_DZ_Hala		
Proponowane warianty	Wariant 1: okna aluminiowe, $U=0,9$ [W/(m ² *K)] Wariant 2: okna PVC, $U=0,9$ [W/(m ² *K)]	
Powierzchnia przegrody	8,31 m ²	
Stopniodni: 3143,40[dzień*K/rok]	$t_{wo} = 20,0$ °C	$t_{zo} = -20,0$ °C

	Jedn.	Stan istn.	Wariant numer	
			1	2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	158,30	158,30	158,30
Opłata za 1 MW	zł/(MW*m-c)	-	-	-
Inne koszty, abonament	zł/m-c	-	-	-
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² *K)	2,200	0,900	0,900
Straty ciepła przez przenikanie	GJ	7,15	2,92	2,92
Roczne koszty	zł/rok	1 131,85	462,24	462,24
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	-	669,61	669,61
Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	3 100,00	2 750,00
Koszty realizacji usprawnienia	zł	-	25 761,00	22 852,50
Prosty czas zwrotu	lata		38,47	34,13

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

- koszt realizacji wariantu optymalnego: 22 852,50 zł,
- prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 34,13 lat,
- okno (drzwi) aluminiowe trzyszybowe, $U=0,9$ [W/(m²*K)].

6.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Wymiana drzwi zewnętrznych DZ		
Proponowane warianty	Wariant 1: drzwi zewnętrzne aluminiowe, $U = 1,3 \text{ [W/(m}^2\text{*K)]}$ Wariant 2: drzwi zewnętrzne stalowe, $U = 1,3 \text{ [W/(m}^2\text{*K)]}$	
Powierzchnia przegrody	14,67 m ²	
Stopniodni: 3143,40[dzień*K/rok]	$t_{wo} = 20,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{zo} = -20,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

	Jedn.	Stan istn.	Wariant numer	
			1	2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	158,30	158,30	158,30
Opłata za 1 MW	zł/(MW*m-c)	-	-	-
Inne koszty, abonament	zł/m-c	-	-	-
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² *K)	3,000	1,300	1,300
Straty ciepła przez przenikanie	GJ	17,20	7,45	7,45
Roczne koszty	zł/rok	2 722,76	1 179,34	1 179,34
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	-	1 543,43	1 543,43
Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	3 500,00	2 000,00
Koszty realizacji usprawnienia	zł	-	51 345,00	29 340,00
Prosty czas zwrotu	lata		33,27	19,01

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

- koszt realizacji wariantu optymalnego: 29 340,00 zł,
- prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,01 lat,
- drzwi stalowe, $U = 1,3 \text{ [W/(m}^2\text{*K)]}$

6.11. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego – modernizacja instalacji c.o.

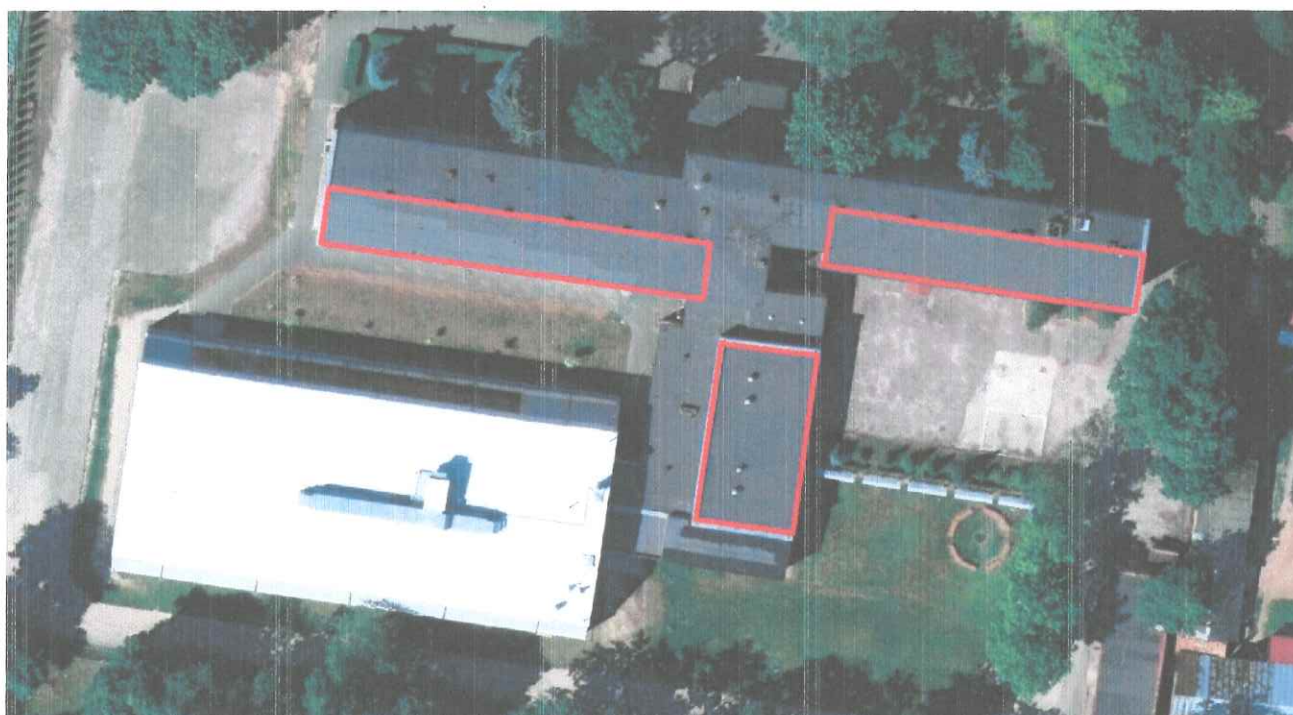
	Jedn.	Stan istn.	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	158,30	158,30
Opłata za 1 MW	zł/(MW*m-c)	-	-
Inne koszty, abonament	zł/m-c	-	-
Sezonowe zapotrzebowanie na en. użytkową	GJ	1 492,70	
Sprawność systemu grzewczego	%	0,68	0,75
Roczne koszty	zł/rok	347 491,78	315 059,21
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	-	32432,57
Koszty realizacji usprawnienia	zł		770 000,00
Prosty czas zwrotu	lata		23,74

Modernizacja systemu grzewczego – wymiana rur instalacji centralnego ogrzewania, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.

6.12. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu OZE

Energia elektryczna w budynku biblioteki zużywana jest do oświetlenia, zasilania urządzeń biurowych oraz układu technologicznego instalacji centralnego ogrzewania.

Proponuje się montaż paneli fotowoltaicznych na stropodachu budynku szkoły nad II piętrem od strony południowej oraz na stropodachu nad salą gimnastyczną (na mapie zaznaczono kolorem czerwonym).

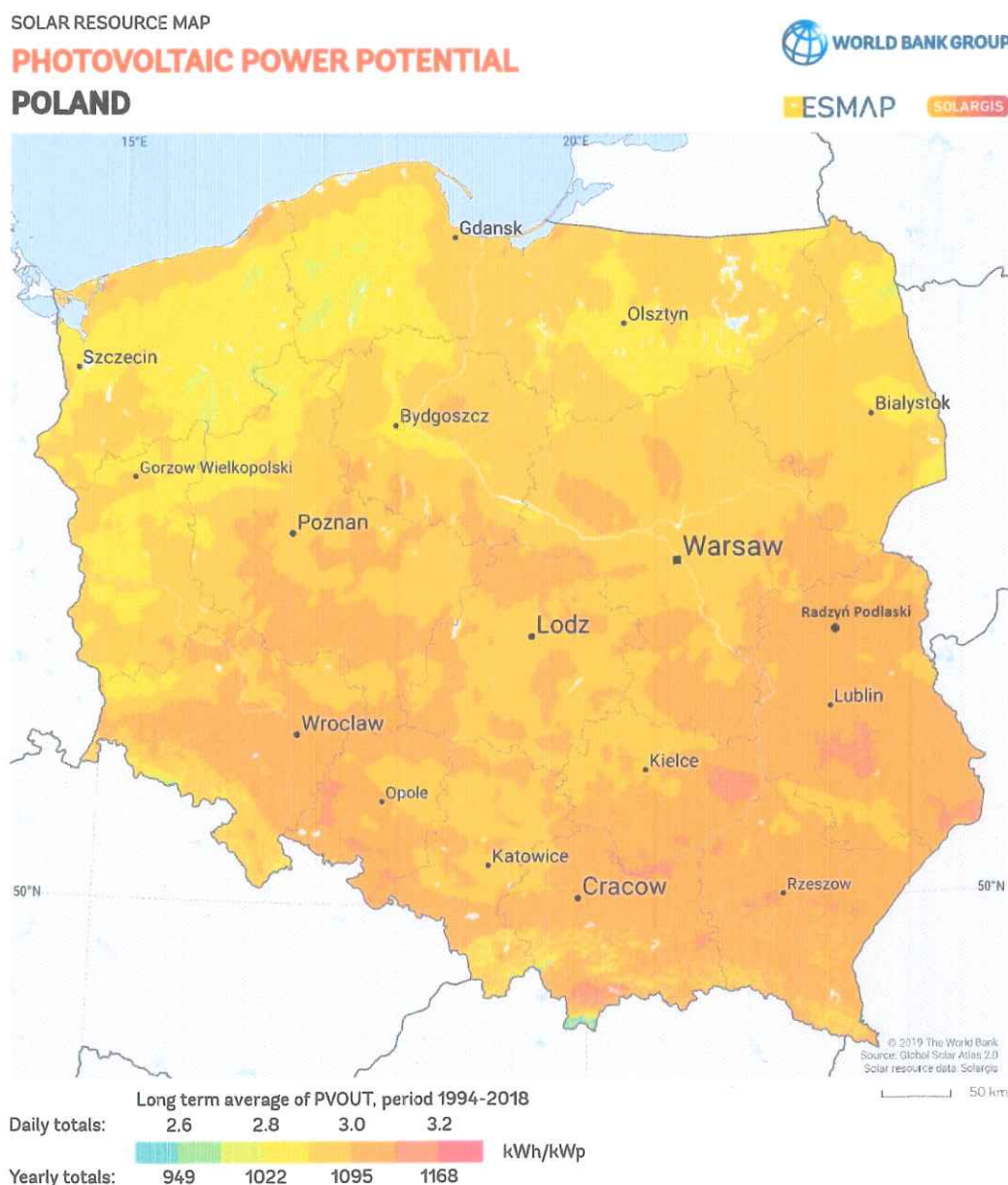


Zdjęcie 16. Zdjęcie lotnicze z zaznaczeniem powierzchni pod instalację PV.

Do analizy przyjęto panele fotowoltaiczne o mocy 445 W każdy. Symulacja zakłada nachylenie paneli pod kątem 30-40°, rzędy paneli zostały od siebie odpowiednio odsunięte aby uchronić przed wzajemnym zacienieniem. Ilość paneli fotowoltaicznych dobrano ze względu na powierzchnię dachu, ale również ze względu na roczne zużycie energii elektrycznej.

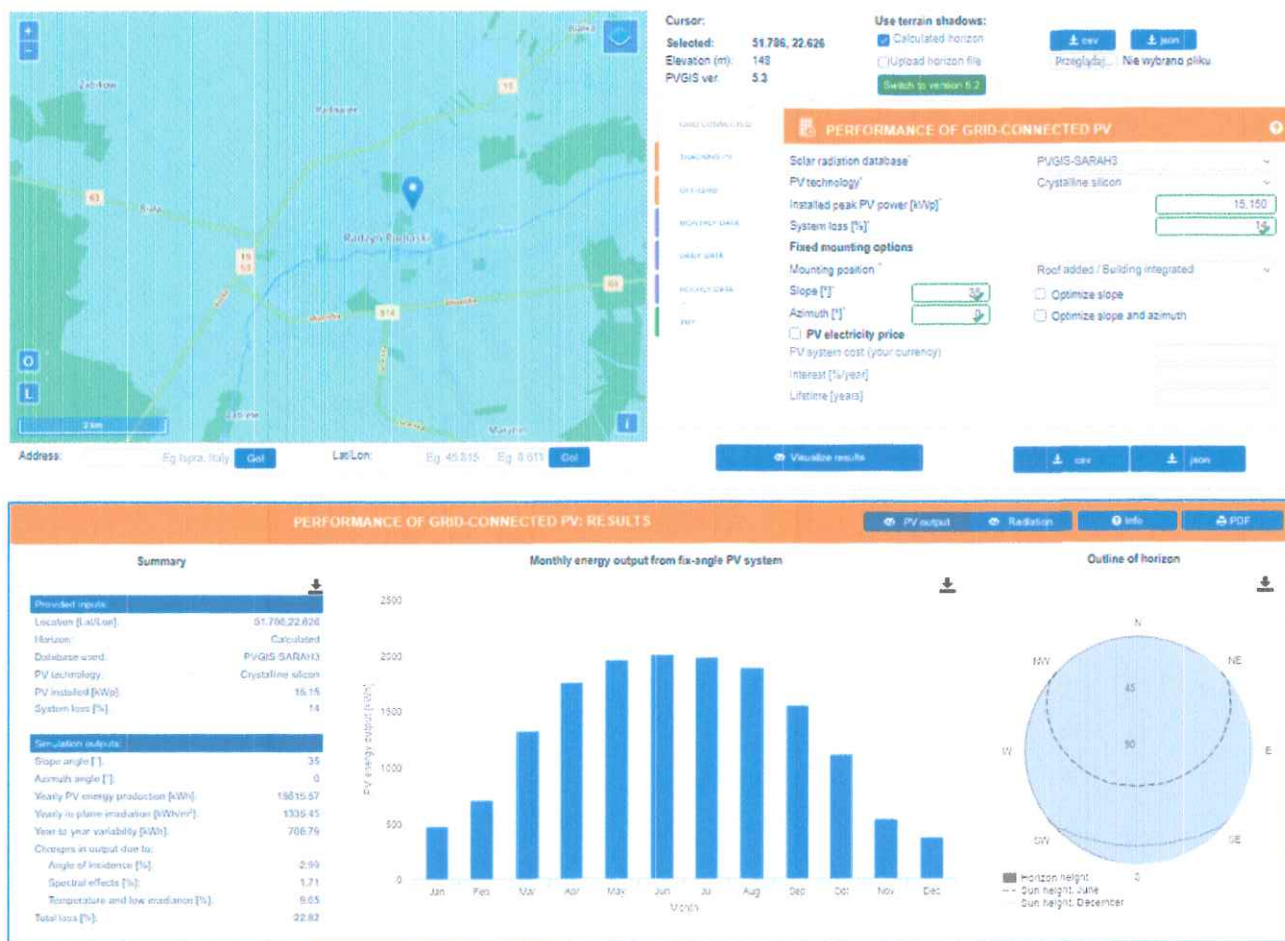
Sposób obliczenia ilości wyprodukowanej energii elektrycznej.

Określenie ilości wyprodukowanej energii elektrycznej z odnawialnego źródła energii jakim jest produkcja energii ze słońca wymaga wielu założeń. Założenia te uwzględniają między innymi uśłonecznienie kraju, średnią temperaturę ogniw fotowoltaicznych oraz lokalizację obiektu na mapie Polski. W rezultacie badając dane z lat 1994 – 2018 możemy określić iż średnia efektywność PV dla naszego kraju oscyluje między 950 a 1200 kWh wyprodukowanej energii elektrycznie z instalacji o mocy 1 kWp.



Mapa 1. Efektywność instalacji fotowoltaicznych w poszczególnych rejonach Polski.

[źródło: <https://globalsolaratlas.info>]



*Rysunek 1 Nasłonecznienie dla analizowanego budynku 1060 kWh/kWp
[źródło <https://re.jrc.ec.europa.eu/>]*

Nanosząc lokalizację obiektu otrzymujemy informację o osiągnięciu efektywności instalacji na poziomie 1 068 kWh/kWp.

Proponowana instalacja fotowoltaiczna składa się z 34 paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy 15,130 kWp, które według szacowania wyprodukują 15 615 kWh energii elektrycznej. Dodatkowo zastosowane zostaną magazyny energii o pojemności 19,32 kWh co pozwoli na niezależność energetyczną w przypadku przerw w dostawie prądu oraz wykorzystaniu zgromadzonej energii wtedy, gdy instalacja fotowoltaiczna nie pracuje z uwagi na warunki pogodowe. Dodatkowym atutem jest możliwość wykorzystania energii w miejscu wytworzenia oraz aspekt ekonomiczny - pominięcie opłat związanych z magazynowaniem energii w zewnętrznej sieci energetycznej. Wyprodukowana energia elektryczna pozwoli na pokrycie zapotrzebowania w 30%. Pozostała część energii elektrycznej zostanie zakupiona z sieci energetycznej.

Modernizacja wpływa na ograniczenie poboru energii elektrycznej z sieci o szacowane 15 615 kWh (ilość wyprodukowanej energii przez instalację PV).

W czasie rosnących cen za energię elektryczną wykorzystanie energii wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną pozwoli w efektywny sposób obniżyć koszty użytkowania budynku oraz pozytywnie wpłynie na środowisko.

Podsumowanie ekonomiczne instalacji fotowoltaicznej:

Moc instalacji	kWp	15,130
Ilość wyprodukowanej energii przez PV	kWh	15 615
Średnioroczny koszty energii (2024)	kWh	1,53
Pobór energii elektrycznej z sieci przed modernizacją	kWh	44 700
Pobór energii elektrycznej z sieci po modernizacji	kWh	29 085
Łącznie wartość oszczędności	zł/rok	23 891,00
Nakłady inwestycyjny brutto	zł	114 600,00

6.1. Ocena opłacalności modernizacji oświetlenia

Dokonano analizy w zakresie wymiany oświetlenia w budynku szkoły na oświetlenie energooszczędne. Analiza wskazała możliwość uzyskania oszczędności energii poprzez wymianę nieefektywnych opraw oświetleniowych / rastrowych wyposażonych w świetlówki konwencjonalne.

Tabela Oświetlenie w analizowanym budynku

Typ oświetlenia	Moc [W]	Ilość [szt.]	Całkowita moc [W]
Oprawa oświetleniowa	36	49	1 764
Oprawa oświetleniowa	2*36	241	17 352
Oprawa oświetleniowa - rastrowa	2*36	17	1 224
Oprawa oświetleniowa - rastrowa	4*18	10	720
RAZEM:			21 060

Rekomenduje się wymianę istniejących opraw na oprawy z oświetleniem LED. Proponuje się wymianę świetlówek wraz z oprawami oświetleniowymi.

Oszczędności wynikające z wymiany opraw oświetleniowych wyznaczono na podstawie poniższego wzoru z „Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii”.

$$\Delta Q_0 = T_U (M_0 - M_1)/1000$$

gdzie:

- ΔQ_0 - ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażonej w [kWh/rok];
- T_U - czas użytkowania źródła światła, przyjęto 1800 [h/rok];
- M_0 - łączna moc znamionowa opraw oświetleniowych lub źródeł światła przed wymianą wyrażona w [W];
- M_1 - łączna moc znamionowa nowych opraw oświetleniowych lub źródeł światła po wymianie, wyrażona w [W].

Tabela Modernizacja oświetlenia 36W

Źródło światła	Jednostka	Świetlówka konwencjonalna	Tuba LED
Ilość źródła światła	szt.	49	49
Moc	W	36	18
Całkowita moc systemu oświetleniowego	W	1 764	882
Czas użytkowania źródła światła	h	1 800	1 800
Całkowite zużycie energii elektrycznej	kWh	3 175,20	1 587,60
Koszt energii elektrycznej	zł/kWh	1,53	1,53
Koszt energii elektrycznej na oświetlenie	zł	4 858,06	2 429,03
Wymiana			
Roczna oszczędność energii elektrycznej	kWh	nie dotyczy	1 587,60
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	nie dotyczy	2 429,03
Nakłady inwestycyjne netto	zł	nie dotyczy	10 780,00
Nakłady inwestycyjne brutto	zł	nie dotyczy	13 259,40
Okres zwrotu z inwestycji	lat	nie dotyczy	5,46

Na nakłady inwestycyjne składa się zakup opraw oświetleniowych i źródeł światła LED oraz koszty robocizny:

- 1 sztuka LED 18W: 20 zł;
- 1 szt. oprawa oświetleniowa: 150 zł;
- Koszt robocizny za montaż jednej oprawy: 50 zł.

*Tabela Modernizacja oświetlenia 2*36W*

Źródło światła	Jednostka	Światłówka konwencjonalna	Tuba LED
Ilość źródła światła	szt.	482	482
Moc	W	36	18
Całkowita moc systemu oświetleniowego	W	17 352	8676
Czas użytkowania źródła światła	h	1 800	1 800
Całkowite zużycie energii elektrycznej	kWh	31 233,60	15 616,80
Koszt energii elektrycznej	zł/kWh	1,53	1,53
Koszt energii elektrycznej na oświetlenie	zł	47 787,41	23 893,70
Wymiana			
Roczna oszczędność energii elektrycznej	kWh	nie dotyczy	15 616,80
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	nie dotyczy	23 893,70
Nakłady inwestycyjne netto	zł	nie dotyczy	69 890,00
Nakłady inwestycyjne brutto	zł	nie dotyczy	85 964,70
Okres zwrotu z inwestycji	lat	nie dotyczy	3,60

Na nakłady inwestycyjne składa się zakup opraw oświetleniowych i źródeł światła LED oraz koszty robocizny:

- 1 sztuka LED 18W: 20 zł;
- 1 szt. oprawa oświetleniowa: 200 zł;
- Koszt robocizny za montaż jednej oprawy: 50 zł.

*Tabela Modernizacja oświetlenia – oprawa rastrowa 2*36W*

Źródło światła	Jednostka	Światłówka konwencjonalna	Tuba LED
Ilość źródła światła	szt.	34	34
Moc	W	36	18
Całkowita moc systemu oświetleniowego	W	1 224	612
Czas użytkowania źródła światła	h	1 800	1 800
Całkowite zużycie energii elektrycznej	kWh	2 203,20	1 101,60

Koszt energii elektrycznej	zł/kWh	1,53	1,53
Koszt energii elektrycznej na oświetlenie	zł	3 370,90	1 685,45
Wymiana			
Roczna oszczędność energii elektrycznej	kWh	nie dotyczy	1 101,60
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	nie dotyczy	1 685,45
Nakłady inwestycyjne netto	zł	nie dotyczy	4 930,00
Nakłady inwestycyjne brutto	zł	nie dotyczy	6 063,90
Okres zwrotu z inwestycji	lat	nie dotyczy	3,60

Na nakłady inwestycyjne składa się zakup opraw oświetleniowych i źródeł światła LED oraz koszty robocizny:

- 1 sztuka LED 18W: 20 zł;
- 1 szt. oprawa oświetleniowa: 200 zł;
- Koszt robocizny za montaż jednej oprawy: 50 zł.

*Tabela Modernizacja oświetlenia – oprawa rastrowa 4*18W*

Źródło światła	Jednostka	Światłówka konwencjonalna	Tuba LED
Ilość źródła światła	szt.	40	40
Moc	W	18	9
Całkowita moc systemu oświetleniowego	W	720	360
Czas użytkowania źródła światła	h	1 800	1 800
Całkowite zużycie energii elektrycznej	kWh	1 296,00	648,00
Koszt energii elektrycznej	zł/kWh	1,53	1,53
Koszt energii elektrycznej na oświetlenie	zł	1 982,88	991,44
Wymiana			
Roczna oszczędność energii elektrycznej	kWh	nie dotyczy	648,00
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	nie dotyczy	991,44
Nakłady inwestycyjne netto	zł	nie dotyczy	3 800,00
Nakłady inwestycyjne brutto	zł	nie dotyczy	4 674,00
Okres zwrotu z inwestycji	lat	nie dotyczy	4,71

Na nakłady inwestycyjne składa się zakup opraw oświetleniowych i źródeł światła LED oraz koszty robocizny:

- 1 sztuka LED 9W: 15 zł;
- 1 szt. oprawa oświetleniowa: 250 zł;
- Koszt robocizny za montaż jednej oprawy: 50 zł.

Oszczędności wynikające z modernizacji oświetlenia

Roczna oszczędność energii elektrycznej	kWh	18 954,00
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	28 999,62
Nakłady inwestycyjne netto	zł	89 400,00
Nakłady inwestycyjne brutto	zł	109 962,00
Czas zwrotu całej modernizacji	lat	3,79

Przedstawiono roczne oszczędności dla ceny energii elektrycznej wyznaczonej na podstawie faktur z 2024 r. Prosty czas zwrotu wynosi 3,63 lata, co wskazuje na opłacalność inwestycji. Rekomenduje się wykonanie modernizacji oświetlenia.

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

7.1. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowanie według rosnącej wartości SPBT

L.p.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	Prosty czas zwrotu (SPBT) [lat]
1.	Modernizacja oświetlenia	109 962,00	3,79
2.	Modernizacja stropodachu - stropodach wentylowany	97 290,00	3,99
3.	Modernizacja stropodachu – stropodach siłownia	8 600,00	11,97
4.	Modernizacja stropodachu – stropodach niewentylowany	194 000,00	12,08
5.	Wymiana drzwi zewnętrznych DZ	29 340,00	19,01
6.	Wymiana okien OZ	963 600,00	19,29
7.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_siłownia	9 000,00	19,81
8.	Modernizacja instalacji c.o.	770 000,00	23,74
9.	Wymiana okien OZ_DZ_Hala	22 852,50	34,13
10.	Modernizacja ścian zewnętrznych parter i I piętro (SZ_PARTER)	305 440,00	63,91
11.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_piwnica	53 130,00	65,55
12.	Modernizacja ścian zewnętrznych II piętro (SZ_2P)	121 670,00	76,71
13.	Instalacja OZE	114 600,00	-

7.2. Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Zakres termomodernizacji								
	Stan istniejący	Instalacja OZE, modernizacja oświetlenia, modernizacja c.o., ściany SZ_PIWNICA, ściany parter i I piętro (SZ_PARTER), ściany II piętro (SZ_2P), SZ_SIŁOWNIA, stropodach niewentylowany, siłownia, okna_OZ, DZ_ Hala, drzwi zewnętrzne DZ	Instalacja OZE, modernizacja oświetlenia, modernizacja c.o., ściany SZ_PIWNICA, ściany parter i I piętro (SZ_PARTER), ściany II piętro (SZ_2P), SZ_SIŁOWNIA, stropodach niewentylowany, siłownia, okna_OZ, DZ_ Hala	Instalacja OZE, modernizacja oświetlenia, modernizacja c.o., ściany SZ_PIWNICA, ściany parter i I piętro (SZ_PARTER), ściany II piętro (SZ_2P), SZ_SIŁOWNIA, stropodach niewentylowany, siłownia, okna_OZ	Instalacja OZE, modernizacja oświetlenia, modernizacja c.o., ściany SZ_PIWNICA, ściany parter i I piętro (SZ_PARTER), ściany II piętro (SZ_2P), SZ_SIŁOWNIA, stropodach niewentylowany, siłownia	Instalacja OZE, modernizacja oświetlenia, modernizacja c.o., ściany SZ_PIWNICA, ściany parter i I piętro (SZ_PARTER), ściany II piętro (SZ_2P), SZ_SIŁOWNIA, stropodach niewentylowany, siłownia	Instalacja OZE, modernizacja oświetlenia, modernizacja c.o., ściany SZ_PIWNICA, ściany parter i I piętro (SZ_PARTER), ściany II piętro (SZ_2P), SZ_SIŁOWNIA, stropodach niewentylowany, siłownia	Instalacja OZE, modernizacja oświetlenia, modernizacja c.o., ściany SZ_PIWNICA, ściany parter i I piętro (SZ_PARTER), ściany II piętro (SZ_2P), SZ_SIŁOWNIA, stropodach niewentylowany, siłownia
EP [kWh/(m2*rok)]	204,30	95,70	96,30	96,60	116,70	117,00	127,20	133,80
Zmniejszenie EP [kWh/(m2*rok)]	0,00	108,60	108,00	107,70	87,60	87,30	77,10	70,50
Zmniejszenie EP [%]	0,00	53,16	52,86	52,72	42,88	42,73	37,74	34,51
kompleksowa termomodernizacja		TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK

Wariant 1		
L.p.	Usprawnienie	Planowane koszty robot [zł]
1.	Modernizacja oświetlenia	109 962,00
2.	Modernizacja instalacji c.o.	770 000,00
3.	Instalacja OZE	114 600,00
4.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_PIWNICA	53 130,00
5.	Modernizacja ścian zewnętrznych parter i I piętro (SZ_PARTER)	305 440,00
6.	Modernizacja ścian zewnętrznych II piętro (SZ_2P)	121 670,00
7.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_SIŁOWNIA	9 000,00
8.	Modernizacja stropodachu – stropodach niewentylowany	194 000,00
9.	Modernizacja stropodachu – stropodach wentylowany	97 290,00
10.	Modernizacja stropodach – stropodach siłownia	8 600,00
11.	Wymiana okien OZ	963 600,00
12.	Wymiana okien OZ_DZ_HALA	22 852,50
13.	Wymiana drzwi zewnętrznych DZ	29 340,00
Całkowity koszt		2 799 484,50

Wariant 2		
L.p.	Usprawnienie	Planowane koszty robot [zł]
1.	Modernizacja oświetlenia	109 962,00
2.	Modernizacja instalacji c.o.	770 000,00
3.	Instalacja OZE	114 600,00
4.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_PIWNICA	53 130,00
5.	Modernizacja ścian zewnętrznych parter i I piętro (SZ_PARTER)	305 440,00
6.	Modernizacja ścian zewnętrznych II piętro (SZ_2P)	121 670,00
7.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_SIŁOWNIA	9 000,00
8.	Modernizacja stropodachu – stropodach niewentylowany	194 000,00
9.	Modernizacja stropodachu – stropodach wentylowany	97 290,00
10.	Modernizacja stropodachu – stropodach siłownia	8 600,00
11.	Wymiana okien OZ	963 600,00
12.	Wymiana okien OZ_DZ_HALA	22 852,50
Całkowity koszt		2 770 144,50

Wariant 3		
L.p.	Usprawnienie	Planowane koszty robot [zł]
1.	Modernizacja oświetlenia	109 962,00
2.	Modernizacja instalacji c.o.	770 000,00
3.	Instalacja OZE	114 600,00
4.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_PIWNICA	53 130,00
5.	Modernizacja ścian zewnętrznych parter i I piętro (SZ_PARTER)	305 440,00
6.	Modernizacja ścian zewnętrznych II piętro (SZ_2P)	121 670,00
7.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_SIŁOWNIA	9 000,00
8.	Modernizacja stropodachu – stropodach niewentylowany	194 000,00
9.	Modernizacja stropodachu – stropodach wentylowany	97 290,00
10.	Modernizacja stropodachu – stropodach siłownia	8 600,00
11.	Wymiana okien OZ	963 600,00
Całkowity koszt		2 747 292,00

Wariant 4		
L.p.	Usprawnienie	Planowane koszty robot [zł]
1.	Modernizacja oświetlenia	109 962,00
2.	Modernizacja instalacji c.o.	770 000,00
3.	Instalacja OZE	114 600,00
4.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_PIWNICA	53 130,00
5.	Modernizacja ścian zewnętrznych parter i I piętro (SZ_PARTER)	305 440,00
6.	Modernizacja ścian zewnętrznych II piętro (SZ_2P)	121 670,00
7.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_SIŁOWNIA	9 000,00
8.	Modernizacja stropodachu – stropodach niewentylowany	194 000,00
9.	Modernizacja stropodachu – stropodach wentylowany	97 290,00
10.	Modernizacja stropodachu – stropodach siłownia	8 600,00
Całkowity koszt		1 783 692,00

Wariant 5		
L.p.	Usprawnienie	Planowane koszty robot [zł]
1.	Modernizacja oświetlenia	109 962,00
2.	Modernizacja instalacji c.o.	770 000,00
3.	Instalacja OZE	114 600,00
4.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_PIWNICA	53 130,00
5.	Modernizacja ścian zewnętrznych parter i I piętro (SZ_PARTER)	305 440,00
6.	Modernizacja ścian zewnętrznych II piętro (SZ_2P)	121 670,00
7.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_SIŁOWNIA	9 000,00
8.	Modernizacja stropodachu – stropodach niewentylowany	194 000,00
9.	Modernizacja stropodachu – stropodach wentylowany	97 290,00
Całkowity koszt		1 775 092,00

Wariant 6		
L.p.	Usprawnienie	Planowane koszty robot [zł]
1.	Modernizacja oświetlenia	109 962,00
2.	Modernizacja instalacji c.o.	770 000,00
3.	Instalacja OZE	114 600,00
4.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_PIWNICA	53 130,00
5.	Modernizacja ścian zewnętrznych parter i I piętro (SZ_PARTER)	305 440,00
6.	Modernizacja ścian zewnętrznych II piętro (SZ_2P)	121 670,00
7.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_SIŁOWNIA	9 000,00
8.	Modernizacja stropodachu – stropodach niewentylowany	194 000,00
Całkowity koszt		1 677 802,00

Wariant 7		
L.p.	Usprawnienie	Planowane koszty robot [zł]
1.	Modernizacja oświetlenia	109 962,00
2.	Modernizacja instalacji c.o.	770 000,00
3.	Instalacja OZE	114 600,00
4.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_PIWNICA	53 130,00
5.	Modernizacja ścian zewnętrznych parter i I piętro (SZ_PARTER)	305 440,00
6.	Modernizacja ścian zewnętrznych II piętro (SZ_2P)	121 670,00
7.	Modernizacja ścian zewnętrznych SZ_SIŁOWNIA	9 000,00
Całkowity koszt		1 483 802,00

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Minimalna kwota kredytu*)	Premia termomodernizacyjna**)
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]	[zł]
1.	2 799 484,50	162 395,93	53,16	-	-
2.	2 770 144,50	160 852,51	52,86	-	-
3.	2 747 292,00	160 182,90	52,72	-	-
4.	1 783 692,00	110 231,33	42,88	-	-
5.	1 775 092,00	109 512,65	42,73	-	-
6.	1 677 802,00	85 118,62	37,74	-	-
7.	1 483 802,00	69 062,25	34,51	-	-
*) minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy **) premia termomodernizacyjna obliczona jako 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego zgodnie z art. 5 ust. 2 ustawy					

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

1. Docieplenie ścian zewnętrznych (szkoła) styropianem białym $\lambda=0,038$ [W/(m*K)] o grubości 5 cm.
2. Docieplenie ścian zewnętrznych (siłownia) styropianem białym $\lambda=0,038$ [W/(m*K)] o grubości 10 cm.
3. Docieplenie stropodachu niewentylowanego oraz nad siłownią wełną mineralną $\lambda=0,038$ [W/(m*K)] o grubości 18 cm.
4. Docieplenie stropodachu wentylowanego wełną mineralną $\lambda=0,038$ [W/(m*K)] o grubości 25 cm.
5. Wymiana okien na okna trzyszybowe PVC o współczynniku $U=0,9$ [W/(m²*K)].
6. Wymiana okien (drzwi PCV) na trzyszybowe PVC o współczynniku $U=0,9$ [W/(m²*K)].
7. Wymiana drzwi zewnętrznych na stalowe o współczynniku $U=1,3$ [W/(m²*K)].
8. Modernizacja oświetlenia – wymiana opraw konwencjonalnych na typu LED.
9. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania - wymiana rur instalacji centralnego ogrzewania, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.
10. Montaż instalacji fotowoltaicznej składającej się z 34 paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy 15,130 kWp oraz magazynu energii o pojemności 19,32 kWh.

9. Efekt energetyczny i ekologiczny

W poniższej tabeli zaprezentowano redukcję poszczególnych wskaźników.

Energia pierwotna		Przed modernizacją	Po modernizacji
Jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną	[kWh/m²*rok]	204,30	95,70
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną	[kWh/rok]	735 604,62	344 578,37
	[MWh/rok]	735,60	344,57
Redukcja energii pierwotnej	[MWh/rok]	391,03	
Redukcja energii pierwotnej	[%]	53,16	
Emisja CO ₂		Przed modernizacją	Po modernizacji
Jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową	[kWh/m²*rok]	189,30	104,10
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	[kWh/*rok]	681 595,47	374 823,50
	[GJ/rok]	2 451,78	1 348,28
Emisja CO ₂	[Mg CO ₂ /rok]	232,52	127,87
Redukcja emisji CO ₂	[%]	45,01	
Roczna emisja CO ₂ to iloczyn energii końcowej oraz wskaźnika emisji CO ₂ . Przyjęto wartość 94,84 kg/GJ - Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO ₂ (WE) w roku 2022 do raportowania w Systemie Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2025, KOBIZE.			

mgr inż. Józef Koziet

nr wpisu do CRCHB
18408