

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Szkoła Podstawowa nr 1 w Świnoujściu "budynek B"



**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz
o centralnej ewidencji emisyjności budynków**

Adres budynku	ulica: Witosza 12 kod: 72-600 powiat: województwo:	miejsowość: Świnoujście świnoujście zachodniopomorskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy:	Dawid Zielonka mgr inż.



ENVITERM

ul. Szwedzka 2, 42-612 Tarnowskie Góry
tel.: +48 531 877 335; e-mail: biuro@enviterm.pl

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	1980
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Miasto Świnoujście ul. Wojska Polskiego 1/5 kod 72-600 Świnoujście	1.4. Adres budynku ul. Witosą 12 kod 72-600 Świnoujście powiat świnoujście woj. zachodniopomorskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt ENVITERM S.C. REGON: 367531084 Tarnowskie Góry ul. Szwedzka 2			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż Dawid Zielonka Uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych o numerze wpisu do rejestru 10107 <div style="text-align: right;"><i>podpis</i></div>			
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	mgr inż. Elżbieta Maks	współautor	
2			
3			
4			
5. Miejscowość	Świnoujście	Data wykonania opracowania	18.02.2025
6. Spis treści			
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.	Dokumentacja fotograficzna	7	
5.	Ocena stanu technicznego budynku	12	
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	14	
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	15	
8.	Opis wariantu optymalnego	47	

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Prefabrykowany typu "MS"	Prefabrykowany typu "MS"
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	31 453,30	31 453,30
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	8 109,84	8 109,84
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0,00%	0,00%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	481	481
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Węzeł ciepły	Węzeł ciepły
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Węzeł ciepły	Węzeł ciepły
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,07	1,07
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,667	0,195
2.	Ściany zewnętrzne ocieplone	0,262	0,188
3.	Ściany w gruncie	0,776	0,195
4.	Stropodach sale gimnastyczne	1,017	0,148
5.	Stropodach	0,970	0,147
6.	Podłoga na gruncie	0,381	0,381
7.	Okna	1,60	0,90
8.	Drzwi	2,10	1,30
3. Sprawności składowe systemu centralnego ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,93	0,93
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 [-]	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna i mechaniczna	naturalna i mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly wentylacyjne	okna/kanaly wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	38 141	45 377
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,15	1,30
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	840,90	475,20
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	11,20	11,20
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2315,49	822,81
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3053,83	949,53

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	354	354
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2366	-
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]	79,32	28,19
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	104,61	32,53
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	6,53%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku 3) [zł/GJ]	85,55	85,55
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	14 033	14 033
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	16,39	16,39
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	4,14	1,66
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7	Inne [zł]	0,00	0,00
8.1 Wskaźnik dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK - wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/m ² rok]	130,22	52,24
2.	EP- wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/m ² rok]	173,81	64,03
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	65,71%	
4.	Zmniejszone zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	2 276,77	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	54,38	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	216,84	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	323 584,17	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾	30,00	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		15 852 407,89	19 498 461,71
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	netto	brutto
		330 000,00	405900,00
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⁾	2,08%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾		
5.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł] ⁷⁾	Nie dotyczy	
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 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m ² rok)]	70	
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 1994 r. – Prawo budowlane		
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł] ^{8)**)}	0,00	
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 37)		
2.	Wysokość premii MZG [zł]	0,00	
3.	Wysokość grantu MZG [zł] ^{4)****)}	0,00	
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	0,00	

11. Inne	
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja
2.	Budynek JEST / NIE JEST ⁷⁾ 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⁾ UOZE [%] 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. Dokumentacja projektowa:

Informacje uzyskane podczas inwentaryzacji 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. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.

* 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 formy 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”.

3.3. Data wizji lokalnej

30.01.2025

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
 - Wymiana stolarki drzwiowej
 - Modernizacja oświetlenia wewnętrznego
 - Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych
 - Docieplenie stropodachu
 - Wymiana stolarki okiennej
 - Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")
 - Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły
 - Docieplenie ścian w gruncie
 - Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na starej Sali gimnastycznej, siłowni i zapleczu sanitarnym (część "II")
 - Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową na dużej hali sportowej, rehabilitacji i zapleczu sanitarnym (część "III" i częściowo "II")
 - Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową w części "I" (kuchnia, stołówka, świetlice)
 - Docieplenie ścian zewnętrznych ocieplonych
 - Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny	X
Adres	Witosa 12			
Budynek	wolnostojący	X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny	

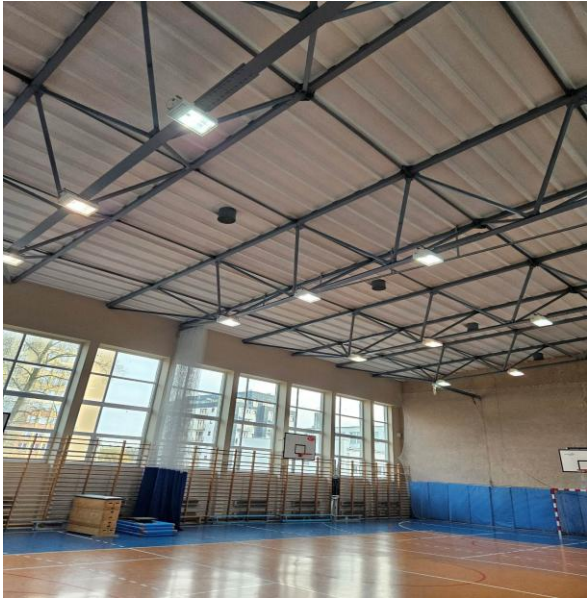
Rok budowy		1980		Rok zasiedlenia		1980	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:	Prefabrykowany typu MS					
1	Powierzchnia zabudowana	[m ²]	3781,74	6	Budynek podpiwniczony	Tak	
2	Kubatura budynku	[m ³]	31453,30	7	Liczba klatek schodowych	3	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m ³]	31453,30	8	Liczba kondygnacji	3	
4	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	8109,84	9	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,8 ; 3,15 ; 3,3 8,85	
5	Powierzchnia ogrzewana budynku	[m ²]	8109,84	10	Liczba użytkowników	481	

1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.b. Dokumentacja fotograficzna





Widok z góry



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek szkolny zlokalizowany w Świnoujściu przy ul. Witosa 12 składa się z dwóch segmentów:

- Część dydaktyczna (budynek "I" na zdjęciu) o 4 kondygnacjach nadziemnych z pełnym podpiwniczeniem. Zlokalizowano tu sale lekcyjne, pomieszczenia pomocnicze, kuchnię, biura, sanitariaty i pomieszczenia techniczne.
- Część sportowa (obiekt "II" i "III") z częściową piwnicą, parterem z dwoma salami sportowymi (stara sala przy stołówce powstała razem z budynkiem dydaktycznym szkoły) i częściowym piętrem. Zlokalizowano tu sale sportowe, zaplecze socjalne z sanitariatami, szatniami, biura, sale treningowe, rehabilitacyjne, pomieszczenia medyczne oraz techniczne. Dwa segmenty połączone są ze sobą jednokondygnacyjnym łącznikiem, w którym w podpiwniczeniu zlokalizowana jest stołówka. Główne wejście do budynku znajduje się od strony północno-zachodniej. Budynek posiada trzy kondygnacje nadziemne użytkowe, jedną podziemną. Technologia wykonania konstrukcji budynku oparta o system prefabrykowany wieloblokowy typu „MS” ściany zewnętrzne ocieplone materiałem izolacyjnym grubości 6 cm, sala gimnastyczna zlokalizowana w południowo zachodniej części ma zaizolowane ściany styropianem grubości 8-10 cm (obiekt "B" na zdjęciu). Stropy kanałowe prefabrykowane żelbetowe. Dach - stropodach kryty papą. Na dachu zastosowano płytki korytkowe prefabrykowane. Fundamenty wykonane wylewane na budowie z betonu B15 zbrojonego stalą żebrowaną i gładką. Ściany wykonane z betonu oraz murowane z cegły pełnej i betonu komórkowego.

Okna pcv, nieszczelne, rozregulowane na zawiasach, niespełniające WT2021 o wartości współczynnika przenikania **$U = 1,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** .

Drzwi zewnętrzne pcv i blacha o współczynniku przenikania **$U = 2,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** .

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Pow. netto m^2	U $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. okien i drzwi balk. m^2	U okna $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
1	Ściany zewnętrzne	2934,33	0,667	1562,72	1,60	57,58	2,10
2	Ściany zewnętrzne ocieplone	1008,83	0,262				
3	Ściany w gruncie	547,56	0,776				
4	Stropodach sale gimnastyczne	1426,64	1,017				
5	Stropodach	2313,94	0,970				
6	Podłoga na gruncie	2655,51	0,381				

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	11,20
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	840,90
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	11,20
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	2315,49
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	3053,83
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	14 032,81
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	85,55
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ogrzewanie wodne zasilane z węzła ciepłego zlokalizowanego w przestrzeni ogrzewanej.
2.	Parametry pracy instalacji	95/70
3.	Przewody w instalacji	stalowe, miedziane i polipropylen
4.	Rodzaje grzejników	stalowe, żeliwne
5.	Oslonięcie grzejników	częściowe w salach
6.	Zawory termostatyczne	Grzejniki niewyposażone w zawory termostatyczne
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	-
8.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Wymiana źródła ciepła

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu przed termomodernizacją

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
			Węzeł cieplny
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,95
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	0,93
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η_{tot}	0,61
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 węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Budynek zasilany jest ciepło z istniejącego węzła ciepłowniczego.

W węźle czynnik grzewczy rozdzielony jest na 2 obiegi grzewcze:

- Segment szkolny wraz ze stołówką i starą salą sportową (na szkicu część "I" i częściowo "II")
- Segment sportowy (częściowo "II" i cała część "III")

Instalacja grzewcza segmentu szkolnego wraz ze stołówką i zapleczem sanitarnym (szatnie, natryski, sanitariaty) segmentu "I" i "II" wykonana jest z różnych materiałów. Ok 2008-2010r poziomy instalacyjne wymienione zostały na rury PP. Piony instalacyjne wykonane z rur stalowych spawanych nie zostały wymienione. Rozprowadzenie instalacji wykonane jest na najniższej kondygnacji pod stropami. Instalacja w części z PP posiada izolację z płaszczem osłonowym. Regulacja instalacji dzięki zaworom podpionowym.

W instalacji stosowane są grzejniki żeberkowe oraz grzejniki płytowe.

Instalacja w całości prowadzona jest natynkowo.

Stan instalacji w tej części pod względem wizualnym jest dobry natomiast z uwagi na pracę przy zasilaniu z węzła temperaturą do 95 oC (praca węzła 95/70oC) znacznie skraca się żywotność przewodów więc dla pewności pracy instalacji zalecana jest wymiana całości instalacji w budynku.

Instalacja grzewcza segmentu sportowego "II" i "III" zasilana jest z węzła ciepłowniczego poprzez podwężel w części sportowej. Obieg grzewczy rozdzielony jest na 2 sekcje obejmujące:

- halę sportową (część "II" i cały "III") z zapleczami z rehabilitacją i siłownią
- częściowo "II" gdzie jest sala sportowa oraz pomieszczenia pod salą

Instalacja grzewcza wykonana jest jako mieszana z różnych materiałów"

Polipropylen

Polietylen (podejścia do części grzejników)

Instalacja stalowa

Instalacja miedziana

Zasilenie z węzła ciepłowniczego wykonane jest na części odcinka kanałem zewnętrznym i następnie wzdłuż korytarza. Instalacja zasilająca jak i izolacja instalacji jest stara i w złym stanie technicznym.

Instalacja zasilająca od rozdzielaczy wykonana jest z rur stalowych czarnych łączonych przez spawawnie (wykonana w 2001r). Wymienione są lokalnie podejścia do grzejników.

Instalacja miejscami jest w złym stanie technicznym. Widoczne ślady korozji, ubytki w izolacji, uszkodzenia grzejników i armatury regulacyjnej, izolacja nie dostosowana do aktualnych wymagań oraz wiek instalacji kwalifikowały by ją w całości do wymiany.

4.g. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda użytkowa przygotowywana zbiorczo z węzła ciepłego
2.	Piony i ich izolacja	przewody rozprowadzające stalowe, jest cyrkulacja
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Wodomierz główny zimnej wody

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna i mechaniczna w części obiektu
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	38 140,7

Większa część obiektu posiada wentylację grawitacyjną. Wentylacja mechaniczna występuje jedynie w:

Segmencie sportowym (część "III" i częściowo "II"), gdzie rozbita jest na trzy układy:

1. Układ wentylacji NW1 z centralą nawiewno-wywiewną typ VC-D 3P X-267AN/6-1 prod VTS z 2003r. o wydajności 10000m³/h z odzyskiem ciepła na wymienniku krzyżowym o sprawności 45%, komorą recyrkulacji, nagrzewnicą wodną o mocy 93,2kW, tw=80/60oC i pozostałym wyposażeniem. Centrala pełni również funkcję ogrzewania powietrznego Hali. Rozprowadzenie kanałów nawiewu i wywiewu wykonano pod stropem na poziomie kratownic konstrukcyjnych dachu. Nawiew wykonany jest jednym kanałem w środkowej części hali z wykorzystaniem dysz dalekiego zasięgu w dwóch wielkościach. Duże dysze średnicy ok 160-200mm skierowane są a płytę boiska od strony okien. Mniejsze dysze ok 100-125mm skierowane są na stronę z trybunami.

2. Układ wentylacji NW2 z centralą nawiewno-wywiewną typ BS-2 prod VBW z 2003r. o wydajności 3000m³/h z odzyskiem ciepła na wymienniku krzyżowym o sprawności 52%, nagrzewnicą wodną o mocy 20kW, tw=90/70oC i pozostałym wyposażeniem. Centrala obsługuje szatnie, natryski i sanitariaty przy Hali sportowej, przy rehabilitacji oraz przy siłowni. Czerpnia powietrza ścienna 1000x1000 wykonana jako wspólna z układem N3 zlokalizowana na ścianie pomieszczenia technicznego przy podwężle i wentylatorni. Kanał czerpny na całej długości posiada izolację z wełny mineralnej z płaszczem aluminiowym – w kilku miejscach uszkodzoną. Wyrzutnia wykonana jest jako dachowa włączona do centrali kanałem prowadzonym w dyszy klatki schodowej prowadzącej na siłownię. Kanał w całości wykonany w zabudowie g.k. Kanały nawiewne i wywiewne prostokątne prowadzone są pod stropem pomieszczeń.

3. Układ wentylacji N3 z centralą nawiewną typ BO-2-1 prod VBW z 2004r. o wydajności 2100m³/h z nagrzewnicą wodną o mocy 26kW, tw=90/70oC i pozostałym wyposażeniem. Centrala obsługuje wyłącznie salę rehabilitacji. Czerpnia powietrza ścienna 1000x1000 wykonana jako wspólna z układem NW2 zlokalizowana na ścianie pomieszczenia technicznego przy podwężle i wentylatorni. Kanał czerpny na całej długości posiada izolację z wełny mineralnej z płaszczem aluminiowym – w kilku miejscach uszkodzoną.

Segmencie dydaktycznym (część "I") gdzie występują dwa układy:

1. Układ wentylacji NW4 z centralą nawiewno-wywiewną typ VS-40-R-PH o wydajności 4368m³/h z odzyskiem ciepła na wymienniku krzyżowym, nagrzewnicą o mocy 29,63kW, tw=80/60oC i pozostałym wyposażeniem. Centrala obsługuje stołówkę oraz 2 świetlice na piętrze. Pobór powietrza do centrali przez czerpnię ścienną 650x440 na ścianie wentylatorni. Wyrzut przez wyrzutnię ścienną 650x440 na ścianie wentylatorni. Centralę wraz z centralą nawiewną N5 umieszczono w wentylatorni zaplecza kuchennego.

Rozprowadzenie kanałów nawiewu i wywiewu wykonano pod stropem bez zabudowy w obrębie pomieszczeń kuchennych oraz w zabudowie w pomieszczeniach obsługiwanych przez układy. Piony na wyższą kondygnację wykonano w zabudowie.

2. Układ wentylacji NW5 z centralą nawiewną typ BSH-ALFA-5000-V o wydajności 3780m³/h z nagrzewnicą wodną o mocy 49kW (wylczenie mocy z założeniem Tn=20oC z uwagi na błąd w karcie dokumentacji archiwalnej), tw=80/60oC i pozostałym wyposażeniem. Centrala obsługuje nawiew kompensacyjny na potrzeby kuchni oraz nawiew do części pomieszczeń zaplecza kuchennego.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
Ściany zewnętrzne	0,67	0,20
Ściany zewnętrzne ocieplone	0,26	0,20
Ściany w gruncie	0,78	0,20
Stropodach sale gimnastyczne	1,02	0,15
Stropodach	0,97	0,15
Podłoga na gruncie	0,38	0,30

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dostateczny. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych odbiegają od zakładanych WT 2021.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	2,1	1,3
okno	1,6	0,9

5.3 System grzewczy

Obiekt na potrzeby centralnego ogrzewania jest zaopatrywany w ciepło z węzła ciepłego znajdującej się w wydzielonym pomieszczeniu. Moduł węzła na potrzeby c.o. o mocy 519 kW wykonany w 2003 roku. Instalacja pracuje w systemie wymuszonym – pompowym. Przewody rozprowadzające poziome i pionowe instalacji wewnętrznej stalowe, miedziane i PP prowadzone po wierzchu lub w ścianach. Elementami grzejnymi w pomieszczeniach są grzejniki stalowe płytowe, żeliwne. Brak zaworów termostatycznych.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa przygotowywana z węzła ciepłego z cyrkulacją o mocy 132 kW.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wentylacyjne. W części sportowej wentylacja mechaniczna z centralą nawiewno wywiewną z odzyskiem ciepła o wydajności 13000 m³/h i w pomieszczeniach rehabilitacji nie ma odzysku ciepła a wentylacja ma wydajność 2100 m³/h. Centralę zlokalizowano na niskim dachu przy hali sportowej bezpośrednio za jej ścianą zewnętrzną. Kanały zewnętrzne z izolacją i płaszczem stalowym wprowadzone są przez ścianę pod strop hali sportowej. Rozprowadzenie kanałów nawiewu i wywiewu wykonano pod stropem na poziomie kratownic konstrukcyjnych dachu. Kanały wewnętrzne nawiewy i wywiewu są zanieczyszczone. Dysze nawiewne pod stropem z uwagi na brak osłony w większości są uszkodzone (widoczne wgłębienia oraz braki elementu nawiewnego dyszy) powodem czego najprawdopodobniej były uderzenia piłkami. Kanały nawiewne prowadzone pod stropem pełniące funkcję ogrzewania powietrznego z nie są izolowane co jest niezgodne z Warunkami Technicznymi (wymagana izolacja min 40mm). Powoduje to ogrzewanie powietrza w przestrzeni pod stropem hali a nad dyszami nawiewnymi i zwiększa straty ciepła.

W segmencie szkolnym (część "I") wentylacja nawiewno wywiewna z odzyskiem ciepła obsługuje kuchnię i stołówkę i całkowita wydajności wynosi 8148 m³/h. Wywiew z kuchni realizowany jest przez okap wentylacyjny wyspowy BSG typ E 2800x1900x450 z wentylatorem wyciągowym montowanym przy okapie typ SL-AE-251-4 o wydajności 2300m³/h. W dokumentacji archiwalnej określono że wydajność dobrana w oparciu o katalogi producenta. Wstępne obliczenia dla zainstalowanych pod okapem urządzeń wskazują wymaganą wydajność na poziomie ok 5400m³/h, dlatego niespełnia on swojej funkcji.

Zbiorcze 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 niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić ściany zewnętrzne, ściany w gruncie, stropodach nad całym obiektem.
2	<u>Okna i drzwi</u> okna o współczynniku przenikania ciepła 1,6 [W/m ² K], drzwi o współczynniku przenikania ciepła 2,1 [W/m ² K]	Należy wymienić stolarkę okienną i drzwiową na nową spełniającą WT2021.
3	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Wentylacja grawitacyjna i mechaniczna (sala gimnastyczna "II" na zdjęciu i część obiektu "III")	Wymiana wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła dla pomieszczeń Sali gimnastycznej i części rehabilitacyjnej (część budynku "II" i "III"). Wymiana na nową wentylacji nawiewno-wywiewnej w kuchni i stolówce (część budynku "I"). Wykonanie wentylacji nawiewno-wywiewnej na starej sali gimnastycznej i jej zapleczu (część "II" budynku)
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Ciepła woda użytkowa przygotowywana za pomocą węzła ciepłego	Bez zmian
5	<u>System grzewczy</u> Ogrzewanie z węzła ciepłego. Grzejniki stalowe i żeliwne	Możliwa poprawa sprawności systemu grzewczego poprzez montaż zaworów termostatycznych, wymiana starych grzejników żeliwnych na grzejniki nowe stalowe.

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 przegrody zewnętrzne, dach	Ocieplenie ścian zewnętrznych, ścian w gruncie, stropodachu
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi i okna	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej.
3	Zmniejszenie strat na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepłą dla pomieszczeń Sali gimnastycznej i części rehabilitacyjnej (część budynku "II" i "III"). Wymiana na nową wentylacji nawiewno-wywiewnej w kuchni i stolówce (część budynku "I"). Wykonanie wentylacji nawiewno-wywiewnej na starej sali gimnastycznej i jej zapleczu (część "II" budynku)
4	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Możliwa poprawa sprawności systemu grzewczego poprzez montaż zaworów termostatycznych, wymiana starych grzejników żeliwnych na grzejniki nowe stalowe.

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	Możliwe obniżenie zużycia ciepła poprzez ocieplenie przegród zewnętrznych.
II	Usprawnienia dotyczące wentylacji	Wymiana wentylacji nawiewno wywiewnej z odzyskiem ciepła na nową instalację. Montaż nowej instalacji wentylacji nawiewno wywiewnej z odzyskiem w starej Sali gimnastycznej i zpałeczku.
III	Usprawnienie dotyczące instalacji c.o.	Możliwa poprawa sprawności systemu grzewczego poprzez montaż zaworów termostatycznych, wymiana starych grzejników żeliwnych na grzejniki nowe stalowe.

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
- 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	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{piwnica}$	8,0	8,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 520	3 520	dzień·K·a
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 16^{\circ}\text{C}$	837	837	
$O_{0m}, O_{1m},$	14 032,81	14 032,81	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$ (średnie wyliczenia na podstawie danych uzyskanych od inwestora)	85,55	85,55	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0,00	0,00	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne ocieplone		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 1008,83 m ² A_{kosz} = 1109,71 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu lub innego materiału (w zależności od zaleceń i wymogów przeciwpożarowych) jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,2 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,02	0,05	0,08
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	0,262	0,226	0,188	0,160
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	19,1	16,5	13,7	11,7
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,0074	0,0064	0,0053	0,0045
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		491	916	1 221
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		548	602	662
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		607 567,87	668 324,65	735 157,12
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		1237,41	729,61	602,09
Niezbędne i wymagane są prace odtworzeniowe czyli wszelkie obróbki blacharskie, instalacje odgromowe, orynnowanie, parapety oraz inne prace towarzyszące.						
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni stolarki okiennej i drzwiowej. Przyjęto ceny jednostkowe na podstawie aktualnych cen lokalnych wykonawców, średnich cen od producentów.						
Uwagi: Obmiar przegród potwierdzić na etapie prac projektowych						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		668 324,65 zł	SPBT=	729,61 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 2934,33 m ² A_{kosz} = 3227,76 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu lub innego materiału (w zależności od zaleceń i wymogów przeciwpożarowych) jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,2 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,10	0,12	0,15
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	0,667	0,221	0,195	0,165
4	Q _{0U} , Q _{1u} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	595,2	197,0	173,7	147,6
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,0783	0,0259	0,0229	0,0194
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		42 890	45 388	48 211
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		525	578	635
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		1 694 575,58	1 864 033,13	2 050 436,45
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		39,51	41,07	42,53
Niezbędne i wymagane są prace odtworzeniowe czyli wszelkie obróbki blacharskie, instalacje odgromowe, orynnowanie, parapety oraz inne prace towarzyszące.						
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni stolarki okiennej i drzwiowej. Przyjęto ceny jednostkowe na podstawie aktualnych cen lokalnych wykonawców, średnich cen od producentów.						
Uwagi: Obmiar przegród potwierdzić na etapie prac projektowych						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 1 864 033,13 zł		SPBT= 41,07 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany w gruncie		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	= 547,6	m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	= 602,3	m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu XPS jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: 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		0,10	0,12	0,15
3	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	0,776	0,227	0,199	0,167
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	129,2	37,8	33,1	27,8
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0119	0,0035	0,0031	0,0026
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru} $= (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		9 234	9 703	10 241
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		871	958	1054
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		524 466,66	576 913,32	634 604,65
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		56,8	59,5	62,0
<p>Pracami dodatkowymi w tym wariantcie będzie wykonania izolacji pionowej przeciwwilgociowej oraz wykonania opaski wokół budynku.</p> <p>Niezbędne i wymagane są prace odtworzeniowe czyli wszelkie obróbki blacharskie, instalacje odgromowe, orynnowanie, oraz inne prace towarzyszące.</p> <p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni stolarki okiennej i drzwiowej. Przyjęto ceny jednostkowe na podstawie aktualnych cen lokalnych wykonawców, średnich cen od producentów.</p> <p>Uwagi: Obmiar przegród potwierdzić na etapie prac projektowych</p>						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 576 913,32 zł		SPBT= 59,5 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach sale gimnastyczne		
Dane:				A = 1426,64 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz} = 1426,64 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu poprzez ułożenie styropapy lub innego materiału (w zależności od zaleceń i wymogów przeciwpożarowych) na istniejącej konstrukcji, o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,038 W/m*K .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U ≤ 0,15 W/m²K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,20	0,22	0,24
2	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m²·K/W	1,017	0,160	0,148	0,137
3	Q _{0U} , Q _{1u} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	441,2	69,5	64,1	59,4
4	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,0580	0,0091	0,0084	0,0078
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		40 033	40 613	41 116
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m²		499,50	550,95	606,04
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		712 606,68	786 005,17	864 600,91
8	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		17,80	19,35	21,03
Niezbędne i wymagane są prace odtworzeniowe czyli wszelkie obróbki blacharskie, instalacje odgromowe.						
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe na podstawie aktualnych cen lokalnych wykonawców, średnich cen od producentów.						
Uwagi: Obmiar przegród potwierdzić na etapie prac projektowych						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		786 005,17 zł		SPBT= 19,35 lat

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 2313,94 m ² A_{kosz} = 2313,94 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu poprzez ułożenie styropapy lub innego materiału (w zależności od zaleceń i wymogów przeciwpożarowych) na istniejącej konstrukcji, o współczynniku						
przewodzenia ciepła λ= 0,038 W/m*K .						
Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U ≤ 0,15 W/m²K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,22	0,26
2	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m²·K/W	0,970	0,173	0,147	0,127
3	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	682,5	122,0	103,2	89,4
4	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,0898	0,0160	0,0136	0,0118
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		60 378	62 391	63 874
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m²		499,5	550,9	606,0
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		#####	1 274 861,77	1 402 347,95
8	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		19,1	20,4	22,0
Niezbędne i wymagane są prace odtworzeniowe czyli wszelkie obróbki blacharskie, instalacje odgromowe.						
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe na podstawie aktualnych cen lokalnych wykonawców, średnich cen od producentów.						
Uwagi: Obmiar przegród potwierdzić na etapie prac projektowych						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		1 274 861,77 zł		SPBT= 20,4 lat

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana okien
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 984,13 \text{ m}^2$ $C_w = 1,2$</p> <p>$V_{nom} = \Psi = 22\,694 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia $V_{went} = 26\,698 \text{ m}^3$</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U</p> <p>wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,60	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,1	0,85
		C_m	1,2	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	478,8	269,30
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	3099,6	2395,20
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	3578,4	2664,5
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,06298	0,03543
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,21786	0,18155
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,28084	0,21698
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		88 937,8
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}	zł/m ²		2 260
11	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		2 224 133,80
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		25,01
Wybrany wariant : 1		Koszt 2 224 133,80 zł		SPBT= 25,01 lat

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 578,59 \text{ m}^2$ $C_w = 1,2$</p> <p>$V_{nom} = \Psi = 9\,726 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia $V_{went} = 11\,442 \text{ m}^3$</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U</p> <p>wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,60	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,1	0,85
		C_m	1,2	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	281,5	158,30
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	1328,4	1026,50
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	1609,9	1184,8
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,03703	0,02083
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,09337	0,07781
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,13040	0,09864
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		41 715,5
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}	zł/m ²		4 150
11	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		2 401 148,50
12	$SPBT = (N_{OK} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		57,56
<p>Wariant obejmuję wymianę okien w budynku głównym (część "I") od strony południowo wschodniej i na Sali gimnastycznej (część "III"), na okna ze szkleniem selektywnym przeciwsłonecznym i dodatkową instalacją łamaczy światła.</p>				
Wybrany wariant : 1		Koszt 2 401 148,50 zł		SPBT= 57,56 lat

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana stolarki drzwiowej
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{drz} = 57,58 \text{ m}^2$ $C_w = 1$</p> <p>$V_{nom} = \psi = 3\,814 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi o lepszych współczynnikach U: wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>				
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,10	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,3	0,85
		C_m	1,5	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	37,0	23,0
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	513,0	335,0
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	550,0	358,0
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0048	0,0030
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0778	0,0519
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0826	0,0549
9	Roczna oszczędność kosztów $(Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		21 090
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}	zł/m ²		3 500
11	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	zł		201 530,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		9,6
Wybrany wariant : 1 Koszt : 201 530,00 zł SPBT= 9,6 lat				

7.2.9. Ocena opłacalności modernizacji oświetlenia wewnętrznego

W miejsce starych opraw z oświetleniem tradycyjnym żarówkowym i liniowym jarzeniówkowym, montaż opraw oświetlenia typu LED.

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty
				1
1	Moc całkowita opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego	W	50 598	26 748
2	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego F_c	-	1	1
3	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, T_D	-	1800	1800
4	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, t_N	-	200	200
3	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników miejscu pracy, F_o	-	1	1
4	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu F_D	-	1	1
5	Roczne zapotrzebowanie na energię finalną na oświetlenie $E_{K,L}$	kWh/rok	101 196,00	53 495,00
6	Roczne oszczędności energii na oświetlenie $\Delta E_{K,L}$	kWh/rok		47 701
7	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	1,00	1,00
8	Koszt oświetlenia	zł/rok	101 196	53 495
9	Roczne oszczędności na oświetlenie $\Delta E_{K,L}$	zł/rok		47 701,00
10	Koszty usprawnienia	zł		751 000,00
11	SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		15,74

Wybrany wariant : 1	Koszt : 751 000,00 zł	SPBT=	15,74
----------------------------	------------------------------	--------------	--------------

7.2.10. Zmniejszenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby podgrzewu powietrza wentylacyjnego - montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z rekuperatorem. Część obiektu nr "III" i częściowo nr "II" (Rehabilitacja, szatnie, natryski, hala sportowa)

Inwestycja polega na wymianie istniejącego systemu wentylacji mechanicznej nawiewno wywiewnej z odzyskiem ciepła w części budunku "III" i częściowo w części "II" (rehabilitacja, szatnie, natryski, hala sportowa), gdyż obecny jest niewydajny, kanały nawiewne prowadzone pod stropem pełniące funkcję ogrzewania powietrznego nie są izolowane co jest niezgodne z Warunkami Technicznymi (wymagana izolacja min 40mm). Powoduje to ogrzewanie powietrza w przestrzeni pod stropem hali nad dyszami nawiewnymi i zwiększa straty ciepła. Dlatego zaleca się wymianę całego układu wentylacji wraz z centralą.

UWAGA: Obliczeniową moc cieplną na potrzeby wentylacji j na etapie prac projektowych.

Stan przed modernizacją systemu wentylacji	Q ₁ [GJ/a]	468,06	Stan po modernizacji systemu wentylacji	Q ₂ [GJ/a]	416,69
	q ₁ [MW]	0,174		q ₂ [MW]	0,142

$$\Delta Q_{rw} = (Q_1 - Q_2) \cdot O_z + 12 \cdot O_m (q_1 - q_2) \quad \text{zł/rok}$$

Opis usprawnienia	Q ₂	q ₂	ΔQ	Δq	ΔQ _{rw}	Koszt*	SPBT
	GJ/rok	MW	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
Wentylacja z odzyskiem ciepła	416,69	0,142	51,37	0,032	9848,976	1 200 000,00	121,84

Poniżej wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię z programu Audytor OZC 7.0 Pro

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg świadectwa

Miesiąc	L _{d,m}	T _{em,m}	η _{H,qn}	C _{H,rd}	C _m	H _{tr,adj}	H _{ve,adj}	t _H	g _H	η _{H,m}	η _{H,lim}	f _{H,m}	L _{H,m}
	dni	°C		GJ/rok	kJ/K	W/K	W/K	h					h
Styczeń	31	0,5	0,958	99,11	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	0,336	1,392	1,000	744
Luty	28	0,9	0,951	84,50	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	0,363	1,392	1,000	672
Marzec	31	4,6	0,904	61,01	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	0,509	1,392	1,000	744
Kwiecień	30	6,8	0,845	40,28	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	0,666	1,392	1,000	720
Maj	31	11,7	0,620	10,89	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	1,296	1,392	0,543	404
Czerwiec	0	16,0	0,277	0,59	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	3,503	1,392	0,000	0
Lipiec	0	16,8	0,198	0,19	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	4,976	1,392	0,000	0
Sierpień	0	17,4	0,135	0,05	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	7,396	1,392	0,000	0
Wrzesień	30	13,9	0,515	4,60	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	1,698	1,392	0,119	86
Październik	31	11,0	0,757	19,77	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	0,894	1,392	1,000	744
Listopad	30	5,2	0,920	60,28	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	0,461	1,392	1,000	720
Grudzień	31	2,2	0,953	87,64	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55	0,354	1,392	1,000	744
W sezonie	273	9,0	0,807	468,06	252148,0	1634,4	1376,4	23	2,55		1,392	1,000	5578

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg świadectwa

Miesiąc	L _{d,m}	T _{em,m}	$\eta_{H,gr}$	Q _{H,rd}	C _m	B _{tr,adj}	B _{ve,adj}	t_H	a _H	$\eta_{H,m}$	$\eta_{H,lim}$	f _{H,m}	L _{H,m}
	dni	°C		GJ/rok	kJ/K	W/K	W/K	h					h
Styczeń	31	0,5	0,957	89,75	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	0,359	1,376	1,000	744
Luty	28	0,9	0,949	76,26	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	0,388	1,376	1,000	672
Marzec	31	4,6	0,899	54,01	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	0,544	1,376	1,000	744
Kwiecień	30	6,8	0,836	34,89	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	0,712	1,376	1,000	720
Maj	31	11,7	0,600	8,73	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	1,386	1,376	0,486	362
Czerwiec	0	16,0	0,261	0,42	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	3,748	1,376	0,000	0
Lipiec	0	16,8	0,186	0,13	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	5,325	1,376	0,000	0
Sierpień	0	17,4	0,126	0,03	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	7,920	1,376	0,000	0
Wrzesień	30	13,9	0,494	3,55	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	1,816	1,376	1,000	720
Październik	31	11,0	0,743	16,61	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	0,956	1,376	0,989	736
Listopad	30	5,2	0,917	53,71	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	0,492	1,376	1,000	720
Grudzień	31	2,2	0,951	79,18	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66	0,379	1,376	1,000	744
W sezonie	273	9,0	0,797	416,69	252148,0	1634,4	1183,2	25	2,66		1,376	1,000	6162

7.2.11. Zmniejszenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby podgrzewu powietrza wentylacyjnego - montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z rekuperatorem. Część budynku głównego "I" kuchnia, stołówka, świetlice.

Inwestycja polega na wymianie istniejącego systemu wentylacji mechanicznej nawiewno wywiewnej z odzyskiem ciepła w części budnku "I" (kuchnia, stołówka, świetlica), gdyż obecny jest niewydajny, instalacja wyciągowa w kuchni nie spełnia swojego zadania, zapachy podczas gotowania rozchodzą się po całym pięttrze, wentylator odciągowy nie nadaje się do użytkowania ze względu na stopień zużycia, poza tym entrala nawiewna ma widoczne ślady korozji na obudowie. Dlatego zaleca się wymianę całego układu wentylacji wraz z centralą.

UWAGA: Obliczeniową moc cieplną na potrzeby wentylacji j na etapie prac projektowych.

Stan przed modernizacją systemu wentylacji	Q ₁ [GJ/a]	37,73	Stan po modernizacji systemu wentylacji	Q ₂ [GJ/a]	16,82		
	q ₁ [MW]	0,040		q ₂ [MW]	0,031		
<div><div>$\Delta Q_{rw}=(Q_1-Q_2)*O_z+12*O_m(q_1-q_2)$</div><div>zł/rok</div></div>							
Opis usprawnienia	Q ₂	q ₂	ΔQ	Δq	ΔQ _{rw}	Koszt*	SPBT
	GJ/rok	MW	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
Wentylacja z odzyskiem ciepła	16,82	0,031	20,91	0,009	3259,601	650 000,00	199,41

Poniżej wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię z programu Audytor OZC 7.0 Pro

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg świadectwa

Miesiąc	L _{d,m}	T _{em,m}	η _{H,qn}	C _{H,rd}	C _m	H _{tr,adj}	H _{ve,adj}	t _H	a _H	t _{H,m}	t _{H,lim}	f _{H,m}	L _{H,m}
	dni	°C		GJ/rok	kJ/K	W/K	W/K	h					h
Styczeń	31	0,5	0,924	10,58	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	0,775	1,194	1,000	744
Luty	28	0,9	0,916	8,84	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	0,798	1,194	1,000	672
Marzec	31	4,6	0,821	4,24	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	1,038	1,194	1,000	744
Kwiecień	30	6,8	0,723	1,88	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	1,273	1,194	0,163	118
Maj	31	11,7	0,439	0,12	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	2,256	1,194	1,000	744
Czerwiec	0	16,0	0,166	0,00	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	6,041	1,194	0,000	0
Lipiec	0	16,8	0,115	0,00	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	8,715	1,194	0,000	0
Sierpień	0	17,4	0,078	0,00	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	12,83	1,194	0,000	0
Wrzesień	30	13,9	0,317	0,02	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	3,149	1,194	1,000	720
Pazdziernik	31	11,0	0,522	0,29	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	1,880	1,194	1,000	744
Listopad	30	5,2	0,818	3,85	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	1,046	1,194	0,678	488
Grudzień	31	2,2	0,896	7,92	171233,4	142,44	621,24	62	5,15	0,854	1,194	1,000	744
W sezonie	273	9,0	0,702	37,73	171233,4	142,44	621,24	62	5,15		1,194	1,000	5718

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg świadectwa

Miesiąc	L _{d,m}	T _{em,m}	η _{H,qn}	Q _{H,rd}	C _m	H _{tr,adj}	H _{ve,adj}	t _H	a _H	γ _{H,m}	γ _{H,lim}	f _{H,m}	L _{H,m}
	dni	°C		GJ/rok	kJ/K	W/K	W/K	h					h
Styczeń	31	0,5	0,884	5,32	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	0,936	1,166	1,000	744
Luty	28	0,9	0,873	4,32	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	0,964	1,166	1,000	672
Marzec	31	4,6	0,745	1,55	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	1,254	1,166	0,198	147
Kwiecień	30	6,8	0,632	0,54	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	1,538	1,166	1,000	720
Maj	31	11,7	0,366	0,02	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	2,725	1,166	1,000	744
Czerwiec	0	16,0	0,137	0,00	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	7,296	1,166	0,000	0
Lipiec	0	16,8	0,095	0,00	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	10,53	1,166	0,000	0
Sierpień	0	17,4	0,065	0,00	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	15,50	1,166	0,000	0
Wrzesień	30	13,9	0,263	0,00	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	3,803	1,166	1,000	720
Październik	31	11,0	0,439	0,05	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	2,271	1,166	1,000	744
Listopad	30	5,2	0,742	1,40	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	1,263	1,166	0,083	60
Grudzień	31	2,2	0,844	3,62	171233,4	142,44	490,01	75	6,01	1,031	1,166	1,000	744
W sezonie	273	9,0	0,636	16,82	171233,4	142,44	490,01	75	6,01		1,166	1,000	5295

7.2.12. Zmniejszenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby podgrzewu powietrza wentylacyjnego - montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z rekuperatorem na starej Sali gimnastycznej, zaplecza sanitarnego, szatni i siłowni w części obiektu "II"

Pomieszczenie sali sportowej w stanie obecnym wyposażone jest w wentylację grawitacyjną. W dachu Sali umieszczone jest 5 sztuk wywiewników dachowych cylindrycznych dn250 z podstawami. Sanitariaty przy sali i szatnie również posiadają wentylację grawitacyjną. Dopływ powietrza zewnętrznego przez nieszczelności stolarki wewnętrznej i zewnętrznej. Sala sportowa wyposażona jest w nieefektywną i nieekonomiczną instalację wentylacji. Dla poprawności jej pracy otwarte muszą być okna bądź drzwi zewnętrzna co po przeprowadzeniu planowanej termomodernizacji odgrywało będzie jeszcze większą rolę w bilansie energetycznym budynku zważywszy na wielkość sali. Natomiast pomieszczenia wykorzystywane na siłownię wyposażone są w mieszany system wentylacji. Sala fitness wyposażona jest w wentylator dachowy WVPKTH-250/09-3f-ST śr 250o wydajności 320m3/h z anemostatem dn250 na podstawie dachowej 512x512 oraz 3 kanały murowane wentylacji grawitacyjnej. Brak jest dopływu powietrza z zewnątrz budynku (obecnie dopływ powietrza przez otwarte drzwi z kubatury obiektu). **Zalecane jest wykonanie indywidualnej instalacji wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła, własną centralą wentylacyjną i demontaż istniejącego układu wentylacji.**

UWAGA: Obliczeniową moc cieplną na potrzeby wentylacji j na etapie prac projektowych.

Stan przed modernizacją systemu wentylacji	Q ₁ [GJ/a]	426,11	Stan po modernizacji systemu wentylacji	Q ₂ [GJ/a]	420,25		
	q ₁ [MW]	0,223		q ₂ [MW]	0,135		
<div><div>$\Delta Q_{rw}=(Q_1-Q_2)*O_z+12*O_m(q_1-q_2)$</div><div>zł/rok</div></div>							
Opis usprawnienia	Q ₂	q ₂	ΔQ	Δq	ΔQ _{rw}	Koszt*	SPBT
	GJ/rok	MW	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
Wentylacja z odzyskiem ciepła	420,25	0,135	5,86	0,088	15319,97	1 550 000,00	101,18

Poniżej wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię z programu Audytor OZC 7.0 Pro

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg świadectwa

Miesiąc	L _{d,m} dni	T _{em,m} °C	η _{H,qn}	Q _{H,rd} GJ/rok	C _m kJ/K	H _{tr,adj} W/K	H _{ve,adj} W/K	t _H h	a _H	η _{H,m}	η _{H,lim}	f _{H,m}	L _{H,m} h
Styczeń	31	0,5	0,955	87,85	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	0,282	1,453	1,000	744
Luty	28	0,9	0,948	75,40	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	0,306	1,453	1,000	672
Marzec	31	4,6	0,898	55,39	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	0,451	1,453	1,000	744
Kwiecień	30	6,8	0,832	36,84	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	0,618	1,453	1,000	720
Maj	31	11,7	0,612	11,08	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	1,240	1,453	0,598	445
Czerwiec	0	16,0	0,279	0,80	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	3,410	1,453	0,000	0
Lipiec	0	16,8	0,201	0,29	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	4,857	1,453	0,000	0
Sierpień	0	17,4	0,142	0,09	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	6,960	1,453	0,000	0
Wrzesień	30	13,9	0,540	5,62	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	1,508	1,453	0,425	306
Październik	31	11,0	0,773	20,51	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	0,768	1,453	1,000	744
Listopad	30	5,2	0,922	55,65	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	0,384	1,453	1,000	720
Grudzień	31	2,2	0,950	77,79	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21	0,301	1,453	1,000	744
W sezonie	273	9,0	0,803	426,11	161569,2	1579,1	896,06	18	2,21		1,453	1,000	5839

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg świadectwa

Miesiąc	L _{d,m} dni	T _{em,m} °C	$\eta_{H,gr}$	Q _{H,rd} GJ/rok	C _m kJ/K	H _{tr,adj} W/K	H _{ve,adj} W/K	t _H h	a _H	l _{H,m}	l _{H,lim}	f _{H,m}	L _{H,m} h
Styczeń	31	0,5	0,955	86,80	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	0,285	1,451	1,000	744
Luty	28	0,9	0,948	74,47	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	0,309	1,451	1,000	672
Marzec	31	4,6	0,897	54,60	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	0,455	1,451	1,000	744
Kwiecień	30	6,8	0,831	36,23	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	0,624	1,451	1,000	720
Maj	31	11,7	0,609	10,81	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	1,251	1,451	0,591	440
Czerwiec	0	16,0	0,277	0,77	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	3,440	1,451	0,000	0
Lipiec	0	16,8	0,199	0,28	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	4,900	1,451	0,000	0
Sierpień	0	17,4	0,141	0,09	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	7,021	1,451	0,000	0
Wrzesień	30	13,9	0,537	5,47	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	1,522	1,451	0,405	291
Październik	31	11,0	0,772	20,13	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	0,775	1,451	1,000	744
Listopad	30	5,2	0,922	54,91	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	0,388	1,451	1,000	720
Grudzień	31	2,2	0,949	76,84	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22	0,304	1,451	1,000	744
W sezonie	273	9,0	0,802	420,25	161569,2	1579,1	874,49	18	2,22		1,451	1,000	5819

7.2.13. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Wymiana stolarki drzwiowej	201 530,00	9,56
2	Modernizacja oświetlenia wewnętrznego	751 000,00	15,74
3	Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych	786 005,17	19,35
4	Docieplenie stropodachu	1 274 861,77	20,43
5	Wymiana stolarki okiennej	2 224 133,80	25,01
6	Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")	2 401 148,50	57,56
7	Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły	1 864 033,13	41,07
8	Docieplenie ścian w gruncie	576 913,32	59,46
9	Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na starej Sali gimnastycznej, siłowni i zapleczu sanitarnym (część "II")	1 550 000,00	101,18
10	Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową na dużej hali sportowej, rehabilitacji i zapleczu sanitarnym (część "III" i częściowo "II")	1 200 000,00	121,84
11	Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową w części "I" (kuchnia, stołówka, świetlice)	650 000,00	199,41
12	Docieplenie ścian zewnętrznych ocieplonych	668 324,65	729,61

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

Dane: $Q_{0co} = 2\,315 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Ogrzewanie zbiorcze zasilane z kotła gazowego
- 2 Instalacja stalowa, zaizolowana
- 3 Jest regulacja miejscowa częściowo

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

lp.	opis	koszt		
1	Wymiana starych grzejników (żeliwne i częściowo stalowe) wraz z montażem zaworów termostatycznych.	488 950,00		
		koszt	zł	488 950,00

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
	Rodzaj systemu zasilania	Węzeł cieplny		Węzeł cieplny	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,95	$\eta_g =$	0,95
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	0,90	$\eta_d =$	0,90
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,77	$\eta_e =$	0,88
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	0,93	$\eta_s =$	0,93
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	0,61	$\eta =$	0,70
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	Ogrzewanie zbiorcze zasilane z węzła cieplnego	Bez zmian
sprawność przesyłu η_d	Przestrzeń ogrzewana, przewody zaizolowane	Bez zmian
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	Regulacja centralna i częściowo miejscowa	Regulacja centralna, miejscowa
sprawność akumulacji η_s	Bufor w przestrzeni ogrzewanej	Bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	Tygodniowe i dobowe	Bez zmian

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,841	0,841
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	2315	2315
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,61	0,70
4	Obniżenie nocne	-	0,85	0,85
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,95	0,95
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	3053,83	2672,11
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	261 255,16	228 599,01
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	0,00
9	Roczny abonament	zł/rok	0,00	0,00
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	261 255,16	228 599,01
11	Różnica	zł/rok		32 656
12	Koszt	zł		488 950,00
13	SPBT	lat		14,97

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Wymiana stolarki drzwiowej	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	Modernizacja oświetlenia wewnętrznego	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
4	Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
5	Docieplenie stropodachu	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
6	Wymiana stolarki okiennej	X	X	X	X	X	X	X	X					
7	Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")	X	X	X	X	X	X	X						
8	Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły	X	X	X	X	X	X							
9	Docieplenie ścian w gruncie	X	X	X	X	X								
10	Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na starej Sali gimnastycznej, siłowni i zapleczu sanitarnym (część "II")	X	X	X	X									
11	Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową na dużej hali sportowej, rehabilitacji i zapleczu sanitarnym (część "III" i częściowo "II")	X	X	X										
12	Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową w części "I" (kuchnia, stołówka, świetlice)	X	X											
13	Docieplenie ścian zewnętrznych ocieplonych	X												

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13	14 636 900,35
2	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12	13 968 575,70
3	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11	13 318 575,70
4	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	12 118 575,70
5	1+2+3+4+5+6+7+8+9	10 568 575,70
6	1+2+3+4+5+6+7+8	9 991 662,37
7	1+2+3+4+5+6+7	8 127 629,24
8	1+2+3+4+5+6	5 726 480,74
9	1+2+3+4+5	3 502 346,94
10	1+2+3+4	2 227 485,17
11	1+2+3	1 441 480,00
12	1+2	690 480,00
13	1	488 950,00

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	c.o. i wentylacja						c.w.u.			oświetlenie		Energia pomocnicza		c.o. + c.w.u.+ośw.+E _{el. pom}			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. 1)	η	$w_d \cdot w_t$	$Q_{co}^{2)}$	Oplata c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Oplata c.w.u.	Q_L	Oplata	$E_{el.pom}$	Oplata	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw} + Q_L + E_{el.pom}$	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,475	822,81	0,70	0,81	949,53	161 252,99	0,011	354,14	30 296,89	192,58	53 495,00	28,94	8 038,10	0,486	1 303,67	191 549,88	2 498,29	351 045,26
2	0,463	779,04	0,70	0,81	899,03	154 827,79	0,011	354,14	30 296,89	192,58	53 495,00	28,99	8 052,20	0,474	1 474,74	246 671,88	2 327,22	295 923,26
3	0,473	785,81	0,70	0,81	906,84	157 280,91	0,011	354,14	30 296,89	192,58	53 495,00	29,38	8 160,00	0,484	1 482,94	249 232,80	2 319,02	293 362,34
4	0,506	805,70	0,70	0,81	929,78	164 682,54	0,011	354,14	30 296,89	192,58	53 495,00	29,47	8 186,00	0,517	1 505,97	256 660,43	2 295,99	285 934,71
5	0,603	832,70	0,70	0,81	960,95	183 683,22	0,011	354,14	30 296,89	192,58	53 495,00	26,79	7 442,00	0,614	1 534,46	274 917,11	2 267,50	267 678,03
6	0,613	935,76	0,70	0,81	1 079,88	195 642,60	0,011	354,14	30 296,89	192,58	53 495,00	27,35	7 596,00	0,624	1 653,95	287 030,49	2 148,01	255 564,65
7	0,657	1 188,28	0,70	0,81	1 371,30	227 965,88	0,011	354,14	30 296,89	192,58	53 495,00	28,16	7 821,00	0,668	1 946,18	319 578,77	1 855,79	223 016,37
8	0,665	1 234,35	0,70	0,81	1 424,45	233 843,70	0,011	354,14	30 296,89	192,58	53 495,00	28,24	7 844,00	0,676	1 999,41	325 479,59	1 802,55	217 115,55
9	0,691	1 387,30	0,70	0,81	1 600,96	253 322,01	0,011	354,14	30 296,89	192,58	53 495,00	28,54	7 928,00	0,702	2 176,22	345 041,90	1 625,74	197 553,24
10	0,742	1 695,07	0,70	0,81	1 956,13	292 311,90	0,011	354,14	30 296,89	192,58	53 495,00	28,93	8 035,00	0,753	2 531,78	384 138,79	1 270,18	158 456,35
11	0,830	2 154,92	0,70	0,81	2 486,81	352 446,10	0,011	354,14	30 296,89	192,58	53 495,00	29,66	8 238,00	0,841	3 063,19	444 475,99	738,77	98 119,15
12	0,830	2 154,92	0,70	0,81	2 486,81	352 446,10	0,011	354,14	30 296,89	364,31	101 196,00	29,66	8 238,00	0,841	3 234,92	492 176,99	567,05	50 418,15
13	0,841	2 315,49	0,70	0,81	2 672,11	370 200,86	0,011	354,14	30 296,89	364,31	101 196,00	29,68	8 244,44	0,852	3 420,23	509 938,19	381,73	32 656,95
0-stan istniejący	0,841	2 315,49	0,61	0,81	3 053,83	402 857,81	0,011	354,14	30 296,89	364,31	101 196,00	29,68	8 244,44	0,852	3 801,96	542 595,14		

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Minimalna kwota kredytu *)	Premia termomodernizacyjna [zł]
		zł	zł	%	[zł, %]	31% całkowitych kosztów
1	2	3	4	5	6	8
1	<p>Docieplenie ścian zewnętrznych ocieplonych</p> <p>Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową na dużej hali sportowej, rehabilitacji i zapleczu sanitarnym (część "III" i częściowo "II")</p> <p>Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na starej Sali gimnastycznej, siłowni i zapleczu sanitarnym (część "II")</p> <p>Docieplenie ścian w gruncie</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły</p> <p>Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")</p> <p>Wymiana stolarki okiennej</p> <p>Docieplenie stropodachu</p> <p>Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych</p> <p>Modernizacja oświetlenia wewnętrznego</p> <p>Wymiana stolarki drzwiowej</p> <p>Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania</p>	14 636 900,34	351 045,26	65,71%	Nie dotyczy	Nie dotyczy

2	<p>Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową w części "I" (kuchnia, stołówka, świetlice)</p> <p>Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową na dużej hali sportowej, rehabilitacji i zapleczu sanitarnym (część "III" i częściowo "II")</p> <p>Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na starej Sali gimnastycznej, siłowni i zapleczu sanitarnym (część "II")</p> <p>Docieplenie ścian w gruncie</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły</p> <p>Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")</p> <p>Wymiana stolarki okiennej</p> <p>Docieplenie stropodachu</p> <p>Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych</p> <p>Modernizacja oświetlenia wewnętrznego</p> <p>Wymiana stolarki drzwiowej</p> <p>Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania</p>	13 968 575,70	295 923,26	61,21%	Nie dotyczy	Nie dotyczy
3	<p>Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową na dużej hali sportowej, rehabilitacji i zapleczu sanitarnym (część "III" i częściowo "II")</p> <p>Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na starej Sali gimnastycznej, siłowni i zapleczu sanitarnym (część "II")</p> <p>Docieplenie ścian w gruncie</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły</p> <p>Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")</p> <p>Wymiana stolarki okiennej</p> <p>Docieplenie stropodachu</p> <p>Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych</p> <p>Modernizacja oświetlenia wewnętrznego</p> <p>Wymiana stolarki drzwiowej</p> <p>Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania</p>	13 318 575,70	293 362,34	61,0%	Nie dotyczy	Nie dotyczy

4	<p>Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na starej Sali gimnastycznej, siłowni i zapleczu sanitarnym (część "II")</p> <p>Docieplenie ścian w gruncie</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły</p> <p>Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")</p> <p>Wymiana stolarki okiennej</p> <p>Docieplenie stropodachu</p> <p>Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych</p> <p>Modernizacja oświetlenia wewnętrznego</p> <p>Wymiana stolarki drzwiowej</p> <p>Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania</p>	12 118 575,70	285 934,71	60,4%	Nie dotyczy	Nie dotyczy
5	<p>Docieplenie ścian w gruncie</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły</p> <p>Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")</p> <p>Wymiana stolarki okiennej</p> <p>Docieplenie stropodachu</p> <p>Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych</p> <p>Modernizacja oświetlenia wewnętrznego</p> <p>Wymiana stolarki drzwiowej</p> <p>Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania</p>	10 568 575,70	267 678,03	59,6%	Nie dotyczy	Nie dotyczy
6	<p>Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły</p> <p>Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")</p> <p>Wymiana stolarki okiennej</p> <p>Docieplenie stropodachu</p> <p>Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych</p> <p>Modernizacja oświetlenia wewnętrznego</p> <p>Wymiana stolarki drzwiowej</p> <p>Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania</p>	9 991 662,37	255 564,65	56,5%	Nie dotyczy	Nie dotyczy

7	Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III") Wymiana stolarki okiennej Docieplenie stropodachu Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych Modernizacja oświetlenia wewnętrznego Wymiana stolarki drzwiowej Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	8 127 629,24	223 016,37	48,81%	Nie dotyczy	Nie dotyczy
8	Wymiana stolarki okiennej Docieplenie stropodachu Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych Modernizacja oświetlenia wewnętrznego Wymiana stolarki drzwiowej Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	5 726 480,74	217 115,55	47,41%	Nie dotyczy	Nie dotyczy
9	Docieplenie stropodachu Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych Modernizacja oświetlenia wewnętrznego Wymiana stolarki drzwiowej Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	3 502 346,94	197 553,24	42,76%	Nie dotyczy	Nie dotyczy
10	Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych Modernizacja oświetlenia wewnętrznego Wymiana stolarki drzwiowej Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	2 227 485,17	158 456,35	33,41%	Nie dotyczy	Nie dotyczy

11	Modernizacja oświetlenia wewnętrznego Wymiana stolarki drzwiowej Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	1 441 480,00	98 119,15	19,43%	Nie dotyczy	Nie dotyczy
12	Wymiana stolarki drzwiowej Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	690 480,00	50 418,15	14,91%	Nie dotyczy	Nie dotyczy
13	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	488 950,00	32 656,95	10,04%	Nie dotyczy	Nie dotyczy
*) Minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy.						

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny oraz konieczności zastosowania odnawialnych źródeł energii, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant obejmujący usprawnienia:

- 1 Modernizacja instalacji c.o. (Wymiana starych grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych.)
- 2 Wymiana stolarki drzwiowej
- 3 Modernizacja oświetlenia wewnętrznego
- 4 Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych
- 5 Docieplenie stropodachu
- 6 Wymiana stolarki okiennej
- 7 Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")
- 8 Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły
- 9 Docieplenie ścian w gruncie
- 10 Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na starej Sali gimnastycznej, siłowni i zapleczu sanitarnym (część "II")
- 11 Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową na dużej hali sportowej, rehabilitacji i zapleczu sanitarnym (część "III" i częściowo "II")
- 12 Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową w części "I" (kuchnia, stołówka, świetlice)
- 13 Docieplenie ścian zewnętrznych ocieplonych

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 65,71%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora

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. Modernizacja instalacji c.o. (Wymiana starych grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych.)
2. Ocieplenie ścian zewnętrznych szkoły styropianem lub innym materiałem izolacyjnym np. wełna mineralna (w zależności od zaleceń i wymogów przeciwpożarowych) (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 12 cm,
3. Ocieplenie ścian w gruncie styropianem XPS (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 12 cm, montaż izolacji przeciwwilgociowej i wykonanie opaski wokół budynku.
4. Ocieplenie ściany już posiadającej izolację termiczną poprzez dołożenie nowej warstwy izolacji styropianu lub wełny mineralnej (w zależności od wymogów ppoż.) (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$) i grubości co najmniej 5 cm,
5. Ocieplenie stropodachu Sal gimnastycznych styropapą (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 22 cm,
6. Ocieplenie stropodachu pozostałej części obiektu styropapą lub innym materiałem izolacyjnym (zgodnie z wymogami ppoż.) (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 22 cm,
7. Wymiana stolarki okiennej na nową o współczynniku przenikania $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
8. Wymiana stolarki okiennej w budynku głównym (część "I") od strony południowo-wschodniej i na Sali gimnastycznej (część obiektu nr "III") na nową o współczynniku przenikania $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, wraz z zastosowaniem szklenia selektywnego przeciwsłonecznego z dodatkową instalacją łamaczy światła.
9. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania $U = 1,3 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
10. Modernizacja instalacji oświetlenia. Montaż nowych opraw Ledowych w miejsce starych świetlówek liniowych i opraw z żarówkami tradycyjnymi.
11. Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na starej Sali gimnastycznej, siłowni i zapleczu sanitarnym (część "II")
12. Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową na dużej hali sportowej, rehabilitacji i zapleczu sanitarnym (część "III" i częściowo "II")
13. Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową w części "I" (kuchnia, stołówka, świetlice)
14. Budowa instalacji fotowoltaicznej, na dachu budynku, o mocy 30 kW wraz z magazynem energii o pojemności 30 kWh

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 instalacji c.o. (Wymiana starych grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych.)	1,00	-	488 950,00
2	Wymiana stolarki drzwiowej	57,58	3 500,00	201 530,00
3	Modernizacja oświetlenia wewnętrznego	-	-	751 000,00
4	Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych	1426,64	550,95	786 005,17
5	Docieplenie stropodachu	2313,94	550,95	1 274 861,77
6	Wymiana stolarki okiennej	984,13	2 260,00	2 224 133,80
7	Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na Sali gimnast. (część "III")	578,6	4 150,00	2 401 148,50
8	Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły	3227,8	577,50	1 864 033,13
8	Docieplenie ścian w gruncie	602,3	957,83	576 913,32
10	Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na starej Sali gimnastycznej, siłowni i zapleczu sanitarnym (część "II")	-	-	1 550 000,00
11	Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową na dużej hali sportowej, rehabilitacji i zapleczu sanitarnym (część "III" i częściowo "II")	-	-	1 200 000,00
12	Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową w części "I" (kuchnia, stołówka, świetlice)	-	-	650 000,00
13	Docieplenie ścian zewnętrznych ocieplonych	1109,71	602,25	668 324,65
14	Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii	-	-	330 000,00
15	Opracowanie dokumentacji projektowej	-	-	342 778,20
16	Nadzór inwestorski	-	-	872 729,34
			SUMA	16 182 407,89

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt inwestycji wyniesie:
Vat - 23%

16 182 407,89 zł Netto
19 904 361,71 zł Brutto

Czas zwrotu nakładów SPBT

42,73 lat

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 2	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 3	Obliczenie opłat za zużycie ciepła
Załącznik 4	Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej
Załącznik 5	Wymiana źródeł światła oświetlenia wewnętrznego
Załącznik 6	Obliczenie efektu ekologicznego i energetycznego dla inwestycji energii
Załącznik 7	Obliczanie stopniodni Sd
Załącznik 8	Karta Audytu dla obliczeń tylko dla budynku głównego (część "I")

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

Wariant	Zapotrzebowanie	
	MW	GJ/rok
1	0,47520	822,81
2	0,4627	779,04
3	0,4733	785,81
4	0,5056	805,70
5	0,6026	832,70
6	0,6132	935,76
7	0,6571	1 188,28
8	0,6650	1 234,35
9	0,6910	1 387,30
10	0,7421	1 695,07
11	0,8296	2 154,92
12	0,8296	2 154,92
13	0,8409	2 315,49
0 - stan istniejący	0,8409	2 315,49

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	8109,84		8109,84	
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czterpalnym 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	285		285	
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	53 264,00		53 264,00	
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,91	1	0,91	1
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,7	1	0,7	1
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1	1	1	1
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,85	1	0,85	1
sprawność całkowita η_w	-	0,541	1	0,541	1
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	98 372,9	0,0	98 372,9	0,0
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	354,14	0,00	354,14	0,00

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	os.	481	481
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw}	l	8	8
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,214	0,214
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,065	2,065
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m ³	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	23,1	23,1
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	11,20	11,20

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Założenia:

- ogrzewanie z węzła cieplnego

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata moc zamówiona	zł/mc/MW	14 032,81	17 260,36
Razem	zł/mc/MW	14 032,81	17 260,36
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	85,55	105,23
Razem opłata zmienna	zł/GJ	85,55	105,23

Taryfa energii elektrycznej

Średnia cena energii elektrycznej

1,0 zł/kWh

Po modernizacji

- węzeł cieplny

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata moc zamówiona	zł/mc/MW	14 032,81	17 260,36
Razem	zł/mc/MW	14 032,81	17 260,36
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	85,55	105,23
Razem opłata zmienna	zł/GJ	85,55	105,23

Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej wraz z magazynem energii

Dane wyjściowe:

1. Średnioroczne zużycie energii na potrzeby obiektu	136 671,00 kWh
2. Średniomiesięczne zużycie energii elektrycznej	11 389,25 kWh
3. Roczny koszt energii elektrycznej	136 671,00 zł/rok

Założenia:

Moc instalacji	30,00	kW
Stacja meteorologiczna	Świnoujście	Koszt energii elektrycznej 1,00 zł/kWh

Miesiąc	Suma całkowitego natężenia promieniowania	Liczba godzin słonecznych na dobę	Liczba godzin słonecznych w miesiącu	Średnie natężenie promieniowania w miesiącu			Uzysk energetyczny z instalacji
	Wh/m2	h		W/m2	przedział	kWh/m2	kWh
1	34046	2,9	41,3	824,36	okres zimowy	32,34	873,28
2	44566	3,8	59,7	746,50		42,34	1 143,12
3	76185	5,2	109,9	693,22		72,38	1 954,15
4	100114	7,2	157,5	635,64	okres letni	95,11	2 567,92
5	155320	8	180,9	858,60		147,55	3 983,96
6	156735	8,5	194,9	804,18		148,90	4 020,25
7	141899	8	187,9	755,18		134,80	3 639,71
8	140451	8,1	182,4	770,02		133,43	3 602,57
9	107417	6,3	127,8	840,51	okres zimowy	102,05	2 755,25
10	61328	5	98,7	621,36		58,26	1 573,06
11	36882	3,3	49,6	743,59		35,04	946,02
12	23455	2,9	34,4	681,83		22,28	601,62
							27 660,91
							27.66 MWh

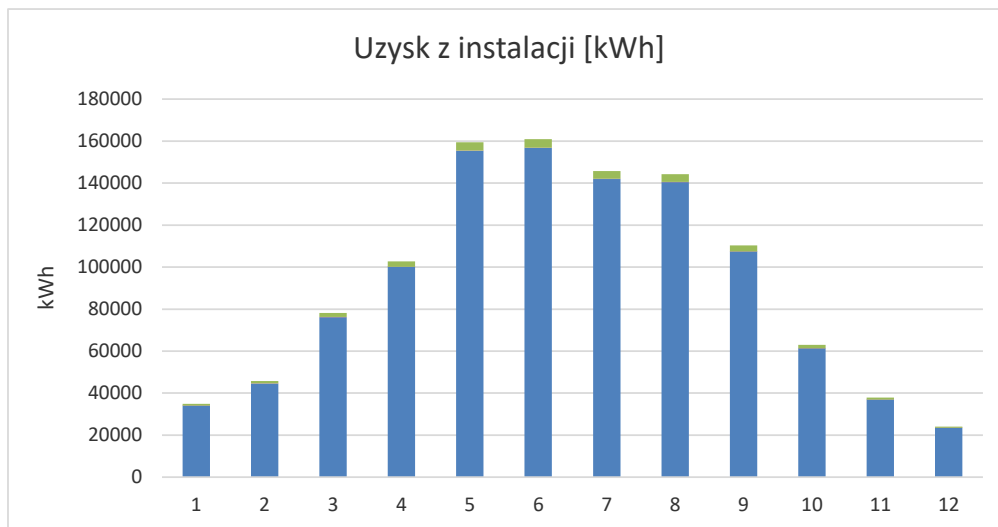
Do instalacji o mocy 30 kW projektuje się magazyn energii o pojemności 30 kWh.

Pojemność akumulatorów	30,00	kWh
Wytworzona energia elektryczna	27660,91	kWh
Udział akumulacji w wytworzonej energii elektrycznej	80,00	%
Roczne magazynowanie energii elektrycznej	22128,73	kWh
Sprawność magazynowania	75,00	%
Roczne straty akumulacji energii elektrycznej	-5532,18	kWh

Koszt instalacji PV	180 000,00	zł
Koszt magazynu energii	150 000,00	zł
Oszczędność kosztów	27 660,91 zł	zł/rok
Okres zwrotu	11,93	Lat

Średnioroczna ilość energii wyprodukowana przez instalację PV

kWh 27 660,91



Przedmiotem opracowania jest budowa elektrowni słonecznej o mocy 30 kW w oparciu o baterie fotowoltaiczne wraz z magazynem energii o pojemności 30 kWh.

Projektowana elektrownia słoneczna składać się będzie z zespołu modułów fotowoltaicznych tworzących baterie. Zainstalowane baterie będą współpracowały z inwerterem o łącznej maksymalnej mocy 30,0 kW. Energia elektryczna produkowana przez elektrownię będzie dostarczana do instalacji wewnętrznej budynku.

W oparciu o wyniki analizy porównawczej proponuje się następujące parametry minimalne instalacji:

Montaż:	Dach
Wielkość generatora:	30,0 KWp
Moduł fotowoltaiczny:	60 x 500 W
Typ falownika:	trójfazowy
Instalacja elektryczna:	komplet
Magazyn energii:	litowo-jonowy
Pojemność magazynu energii:	30 kWh
Sprawność magazynowania	75%
Udział akumulacji w wytworzonej energii elektrycznej:	80%

Wymiana źródeł światła oświetlenia wewnętrznego

Zestawienie istniejących opraw świetlnych

Lp.	Typ oprawy	Moc jednostkowa	Ilość opraw	Moc całkowita wszystkich opraw
		W	szt.	W
1	Jarzeniówki 2x36	72	401	28872
2	Jarzeniówka	48	71	3408
3	Jarzeniówka 4x18	72	59	4248
4	Tradycyjna	60	122	7320
5	Oprawa Hala	150	45	6750
6	Jarzeniówka 1x36	36	28	1008
7	Jarzeniówka 3x36	108	15	1620
8	Jarzeniówka 3x58	174	9	1566
Suma		720	750	50598

2. Zestawienie wymienianych opraw świetlnych

Lp.	Rodzaj oświetlenia	Moc jednostkowa	Ilość opraw	Moc całkowita wszystkich opraw	Koszt jednostkowy	Koszt całkowity
		W	szt.	W	zł/szt.	zł
1.	LED	36	401	14436	1000	401000,0
2.	LED	18	71	1278	1000	71000,0
3.	LED	36	59	2124	1000	59000,0
4.	LED	24	122	2928	1000	122000,0
5.	LED	90	45	4050	1000	45000,0
6.	LED	18	28	504	1000	28000,0
7.	LED	52	15	780	1000	15000,0
8.	LED	72	9	648	1000	9000,0
Oświetlenie LED			532	26748		751000,0

Zapotrzebowanie na energię zgodnie z rozporządzeniem wyznacza się z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, wyznacza się ze wzoru:
 $Q_{kL} = LENI \cdot A_L \quad \text{kWh/rok}$

gdzie:

- Wskaźnik LENI (ang. Lighting Energy Numerical Indicator) zgodnie z normą PN-EN 15193. LENI jest liczbowym wskaźnikiem energii oświetlenia, w kWh/(m² rok), pozwalającym na ocenę wpływu energii potrzebnej do oświetlenia budynku na ogólną charakterystykę energetyczną budynku.

$$LENI = P_n / 1000 \cdot (t_d + t_n)$$

gdzie:

P_n - jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku przypadająca na m² powierzchni użytkowej, w naszym przypadku 50598 W dzielimy przez 8109,84 m² i otrzymujemy przed wymianą 6,2391 i 26748 W dzielimy przez 8109,84 po wymianie oświetlenia i otrzymujemy 3,2982,
 t_d - czas użytkowania oświetlenia w dzień, t_n - czas użytkowania w nocy

$$LENI = 6,2391 / 1000 \cdot 2000 = 12,4781 \text{ kWh/m}^2 \quad \text{- przed wymianą oświetlenia}$$

$$LENI = 3,2982 / 1000 \cdot 2000 = 6,5964 \text{ kWh/m}^2 \quad \text{- po wymianie oświetlenia}$$

- A_L - Powierzchnia pomieszczeń z wbudowanym systemem oświetlenia w m² dla naszego obiektu to **8109,84 m²**

Zatem:

$$Q_{kL} = 12,4781 \cdot 8109,84 = 101196 \quad \text{kWh/rok} \quad \text{- przed wymianą oświetlenia}$$

$$Q_{kL} = 6,5964 \cdot 8109,84 = 53495 \quad \text{kWh/rok} \quad \text{- po wymianie oświetlenia}$$

Uzyskany efekt energetyczny i ekologiczny inwestycji

Dla wybranych wariantów modernizacji:

- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- Wymiana stolarki drzwiowej
- Modernizacja oświetlenia wewnętrznego
- Docieplenie stropodachu sal gimnastycznych
- Docieplenie stropodachu
- Wymiana stolarki okiennej
- Wymiana okien w budynku głównym od strony SE i na S
- Docieplenie ścian w gruncie
- Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na

Koszt modernizacji:

15 605 494,57 zł

- Fotowoltaika wraz z magazynem energii

576 913,32 zł

Razem

16 182 407,89 zł

Przewiduję się następujące efekty.

Efekt energetyczny wariantu optymalnego

Efekt energetyczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	3 407,98	1 303,67
	MWh	946,66	362,13
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	MWh	109,44	61,53
Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu	MWh	1 056,10	423,66
Produkcja energii elektrycznej z paneli PV	MWh	0,00	27,66
Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu	MWh	1 056,10	423,66
Oszczędność w zapotrzebowaniu na energię dla obiektu po uwzględnieniu wszystkich wariantów modernizacji			59,88%

Efekt ekologiczny

Paliwo	Wartość opałowa	Wskaźnik emisji CO2
	MWh/Mg	Mg/MWh
MSC węzeł ciepły	-	0,279
Energia elektryczna	-	0,708

Redukcja emisji CO2 do atmosfery

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	3 407,98	1 303,67	2 104,30
	MWh	946,66	362,13	584,53
Emisja CO2 dla energii ciepłej	MgCO2/rok	264,53	101,19	163,34
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	MWh	109,44	61,53	47,91
Emisja CO2 dla energii elektrycznej	MgCO2/rok	77,48	43,57	33,92
Produkcja energii elektrycznej z paneli PV	MWh	0,00	27,66	-27,66
Uniknięta emisja CO2 dla produkcji z paneli fotowoltaicznych	MgCO2/rok	0,00	19,58	-19,58
Redukcja emisji CO2 do atmosfery			51,95%	216,84
				MgCO2/rok

	Przed	Po	Oszczędność	
Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną	1 409 593,37	519 237,96	890 355,41	kWh/rok
Stopień redukcji CO2	342,01	125,17	216,84	MgCO2/rok
Efekt energetyczny		59,88%		
Całkowity koszt modernizacji		16 182 407,89		zł Netto
		19 904 361,71		zł Brutto

WYLICZENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO DLA OPTYMALNEGO WARIANTU

Przy szacowaniu wskaźników dot. redukcji emisji CO₂ korzystano z opracowań Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE):

Dla CO₂:

- „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2021 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2024 (grudzień 2013 r.)”

- „WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO₂, SO₂, NO_x, CO i TSP DLA ENERGII ELEKTRYCZNEJ na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2021 rok ”

Obliczenie stopniodni S_d

Dane klimatyczne dla Świnoujście

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]	0,5	0,9	4,6	6,8	11,7	13,4	11	5,2	2,2
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	20	10	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]	604,5	534,8	477,4	396	166	66	279	444	551,8
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	8	8	8	8	8	8	8	8	8
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	232,5	198,8	105,4	36	0	0	0	84	179,8

Dla przegród zewnętrznych

 S_d 3 520 dzień*K/rokprzy $\Theta_{int,H} = 20$ °C

Dla przegród wewnętrznych

 S_d 837 dzień*K/rokprzy $\Theta_{int,H} = 8$ °C

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU GŁÓWNEGO (CZĘŚĆ "I")		Załącznik 8	
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Prefabrykowany typu "MS"	Prefabrykowany typu "MS"
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	12 260,20	12 260,20
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	3 756,02	3 756,02
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0,00%	0,00%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	481	481
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Węzeł ciepły	Węzeł ciepły
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Węzeł ciepły	Węzeł ciepły
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,50	0,50
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,667	0,195
2.	Ściany w gruncie	0,776	0,195
3.	Stropodach	0,970	0,147
4.	Podłoga na gruncie	0,381	0,381
5.	Okna	1,60	0,90
6.	Drzwi	2,10	1,30
3. Sprawności składowe systemu centralnego ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,93	0,93
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 [-]	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna i mechaniczna	naturalna i mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały wentylacyjne	okna/kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	16 212	16 212
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,80	0,80
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	323,84	226,76
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	11,20	11,20
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	843,42	296,13
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1112,37	341,74

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	162	162
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/m²rok]	79,32	28,19
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	104,61	32,53
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	29,14%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku 3) [zł/GJ]	85,55	85,55
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	14 033	14 033
3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m³]	16,39	16,39
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m² m-c)]	4,14	2,01
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	0,00	0,00
8.1 Wskaźnik dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK - wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/m²rok]	62,38	21,90
2.	EP- wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/m²rok]	74,85	26,28
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	60,39%	
4.	Zmniejszone zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	770,63	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	18,41	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	59,82	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	81 090,98	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾	30,00	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		5 968 914,67	7 341 765,04
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	netto	brutto
		330 000,00	405900,00
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⁾	5,53%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾		
5.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł] ⁷⁾	Nie dotyczy	
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 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m²rok)]	70	
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 1994 r. – Prawo budowlane		
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł] ^{8)**)}	0,00	
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 37)		
2.	Wysokość premii MZG [zł]	0,00	
3.	Wysokość grantu MZG [zł] ^{4)****)}	0,00	
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	0,00	

11. Inne	
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja
2.	Budynek JEST / NIE JEST ⁷⁾ 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⁾ UOZE [%] 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.

Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w przypadku budynku głównego (część "I")

Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

1. Modernizacja instalacji c.o. (Wymiana starych grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych.)
2. Ocieplenie ścian zewnętrznych szkoły styropianem lub innym materiałem izolacyjnym np. wełna mineralna (w zależności od zaleceń i wymogów przeciwpożarowych) (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 12 cm,
3. Ocieplenie ścian w gruncie styropianem XPS (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 12 cm, montaż izolacji przeciwwilgociowej i wykonanie opaski wokół budynku.
4. Ocieplenie stropodachu styropapą lub innym materiałem izolacyjnym (zgodnie z wymogami ppoż.) (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 22 cm,
5. Wymiana stolarki okiennej na nową o współczynniku przenikania $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
6. Wymiana stolarki okiennej w budynku głównym (część "I") od strony południowo-wschodniej i na Sali gimnastycznej (część obiektu nr "III") na nową o współczynniku przenikania $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, wraz z zastosowaniem szklenia selektywnego przeciwsłonecznego z dodatkową instalacją łamaczy światła.
7. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania $U = 1,3 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
8. Modernizacja instalacji oświetlenia. Montaż nowych opraw Ledowych w miejsce starych świetlówek liniowych i opraw z żarówkami tradycyjnymi.
9. Wymiana istniejącej wentylacji nawiewno wywiewnej z odzyskiem ciepła wymiana całego układu na nowy bardziej wydajny wraz nową centralą. Dotyczy instalacji obsługującej kuchnię, stołówkę i świetlice.
10. Budowa instalacji fotowoltaicznej, na dachu budynku, o mocy 30 kW wraz z magazynem energii o pojemności 30 kWh

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 instalacji c.o. (Wymiana starych grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych.)	1,00	-	295 900,00
2	Wymiana stolarki drzwiowej	8,00	3 500,00	28 000,00
3	Modernizacja oświetlenia wewnętrznego	-	-	345 460,00
4	Docieplenie stropodachu	1086,15	550,95	598 412,71
5	Wymiana stolarki okiennej	449,53	2 260,00	1 015 937,80
6	Wymiana okien w budynku głównym od strony SE	447,4	4 150,00	1 856 793,00
7	Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły	1691,3	577,50	976 731,53
8	Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii	-	-	330 000,00
9	Docieplenie ścian w gruncie	210,56	957,83	201 679,63
10	Wymiana wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na nową w części "I" (kuchnia, stołówka, świetlice)	-	-	650 000,00
11	Opracowanie dokumentacji projektowej	-	-	170 070,70
12	Nadzór inwestorski	-	-	377 934,88
			SUMA	6 846 920,25

Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt inwestycji wyniesie:
Vat - 23%

6 846 920,25 zł Netto
8 421 711,90 zł Brutto

Czas zwrotu nakładów SPBT

18,08 lat