

## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



<b>Dane budynku</b>	Nazwa budynku: Zespół Szkół w Piaskach Adres: ulica: Partyzantów 19 kod pocztowy: 21-050      miejscowość: Piaski powiat: świdnicki województwo: lubelskie
-------------------------	---

Maj 2016

<b>1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU</b>			
<b>1.</b>	<b>Dane identyfikacyjne budynku</b>		
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Usługowy, szkolny	<b>1.2 Rok budowy</b>	1945 / 1984 / 1987 / 2003 / 2007
<b>1.3 Inwestor</b> <small>(nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji telefon/fax)</small>	Powiat Świdnicki w Świdniku	<b>1.4 Adres budynku</b> ul. Partyzantów 19 kod: 21-050 miejscowość: Piaski powiat: świdnicki województwo: lubelskie	
<b>2. Nazwa, REGON, adres podmiotu wykonującego audyt</b>			
FRAGOM Adam Franik REGON: 241554246			
<b>3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, kwalifikacje zawodowe, podpis</b>			
Łukasz Mazanek  Uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej MIR/ŚE/3073/2014			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona i nazwiska, zakres prac przy opracowaniu</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Zakres udziału w opracowaniu audytu</b>	
Miejscowość:		Data wykonania audytu:	
<b>5. Spis treści</b>			
		<b>str.</b>	
1.	Strona tytułowa audytu energetycznego	2	
2.	Karta audytu energetycznego	3	
3.	Dokumenty i dane źródłowe	5	
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	7	
5.	Charakterystyka energetyczna istniejącego budynku	8	
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć modernizacyjnych	9	
7.	Określenie optymalnego wariantu modernizacyjnego	10	
8.	Wybór optymalnego przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu ogrzewania	16	
9.	Obliczenia zaoszczędzonej energii elektrycznej	17	
10.	Zestawienie optymalnych usprawnień modernizacyjny	19	
11.	Zestawienie wszystkich wariantów i wybór optymalnego przedsięwzięcia	20	
12.	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia	21	
13.	Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej dla wybranego wariantu optymalnego	22	

<b>2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU</b>			
<b>1. Dane ogólne budynku</b>		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Konstrukcja budynku / technologia wykonania budynku	Tradycyjna	Tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2,3	2,3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	30 323,9	30 323,9
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	7 922,0	7 922,0
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	-	-
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	7 922,0	7 922,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	280	280
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Podgrzewacz gazowy, kolektory słoneczne	Podgrzewacz gazowy, kolektory słoneczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	Kotłownia gazowa	Kotłownia gazowa, pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu $A/V_e$ 1/m	0,24	0,24
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody budowlane <math>U'W/(m^2K)</math></b>		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Ściany zewnętrzne przy gruncie	0,434	0,434
2.	Ściany zewnętrzne Gimnazjum nieocieplone	1,984	0,197
3.	Ściany zewnętrzne Gimnazjum ocieplone	0,265	0,265
4.	Ściany zewnętrzne Hali sportowej	0,248	0,248
5.	Ściany zewnętrzne Szkoły	0,576	0,576
6.	Ściany zewnętrzne Warsztatu nieocieplone	1,537	0,191
7.	Ściany zewnętrzne Warsztatu ocieplone	0,348	0,348
8.	Stropodach / dach Gimnazjum, Szkoły i łącznika	0,161	0,161
9.	Stropodach / dach Hali	0,195	0,195
10.	Stropodach / dach Warsztatu	1,973	0,148
11.	Podłoga na gruncie / w piwnicy Gimnazjum i Szkoły	0,427	0,427
12.	Podłoga na gruncie / w piwnicy Hali	0,273	0,273
13.	Podłoga na gruncie / w piwnicy Łącznika	0,288	0,288
14.	Podłoga na gruncie / w piwnicy Warsztatu	0,443	0,443
15.	Okna szczelne	1,3	1,3
16.	Okna nieszczelne, drewniane	2,6	0,9
17.	Drzwi zewnętrzne	1,7	1,7
19.	Drzwi zewnętrzne	3,0	1,3
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego, współczynniki przerw w ogrzewaniu <math>\eta_{Htot}</math></b>		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_{Hg}$	0,94	2,35
2.	Sprawność przesyłania $\eta_{Hd}$	0,9	0,9
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{He}$	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji $\eta_{Hs}$	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia $w_t$	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	1,00	1,00
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej <math>\eta_{Wtot}</math></b>		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_{Wg}$	0,83	0,83
2.	Sprawność przesyłania $\eta_{Wd}$	0,80	0,80
3.	Sprawność akumulacji $\eta_{Ws}$	0,85	0,85

4.	Sprawność wykorzystania i regulacji $\eta_{We}$	1,00	1,00
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna) i inna	Naturalna	Naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Kanały, szczeliny	Kanały szczeliny
3.	Strumień powietrza zewnętrznego $m^3/h$	22 515,7	22 515,7
4.	Krotność wymian powietrza - 1/h	0,8	0,8
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania kW	566,7	419,4
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej kW	89,6	89,6
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu $Q_{Hnd}$ GJ/rok	2 991	1 907
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu GJ/rok	4 018	1 013
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej GJ/rok	919	919
6.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku - bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu kWh/(m <sup>2</sup> /rok)	104,9	66,8
7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu kWh/(m <sup>2</sup> /rok)	139,31	35,5
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)</b>		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Opłata stała związana z dystrybucją i przesyłem ciepła do ogrzewania budynku zł/GJ	55,35	61,50
2.	Stoła opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem zamówionej mocy cieplnej zł/MW m-c	30,75	30,75
3.	Miesięczna opłata abonamentowa zł/m-c	120	120
4.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej zł/m <sup>2</sup> m-c	2,3	0,7
5.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem energii zł/m <sup>3</sup>	19,2	19,2
6.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem zł/MW m-c	-	-
7.	Inne opłaty	-	-
<b>8. Wskaźniki efektywności - po przeprowadzonej modernizacji – podsumowanie wyników dla wariantu optymalnego</b>			
1.	Całkowite koszty realizacji optymalnego wariantu zł	<b>2 084 122</b>	-----
2.	Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	<b>5,0 %</b>	<b>27,7 %</b>
3.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej GJ/rok		2 959,7
4.	(c.o. + wentylacja + c.w.u.) kWh/rok		822 131
5.	Procentowe zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną		<b>60,51 %</b>
6.	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej GJ/rok		308,0
7.	kWh/rok		85 557
8.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku GJ/rok		4 096,3
9.	kWh/rok		1 137 871
10.	Procentowe zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną		<b>62,73 %</b>

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

#### **3.1 Rozporządzenia i Normy techniczne**

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. poz. 1422 j.t.)
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. z 2009 Nr 43 poz.346 z późn. zmianami.).
4. KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.
5. PN-EN ISO 6946:2008 Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.
6. PN-EN 13831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
7. PN EN ISO 13370:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Przenoszenie ciepła przez grunt. Metody obliczania.
8. PN-EN ISO 13789:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Współczynniki wymiany ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania.
9. PN-EN ISO 10077:2007 Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi, żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. (Cz.1, Cz.2).
10. PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
11. PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Cz.1.
12. PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
13. PN-EN ISO 13790:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.

#### **3.2 Dokumentacje projektowe i inne dokumenty przekazane przez inwestora**

Projekt budowlano-wykonawczy Sali Gimnastycznej

Projekt koncepcyjny Planu zagospodarowania terenu i rozbudowy budynku internatu

Plan szczegółowy realizacyjny Budynku Warsztatów Szkolnych

Projekt budowlany rozbudowy zespołu szkół w Piaskach

Projekt budowlano-wykonawczy instalacji solarnej w Sali Gimnastycznej

### **3.3 Osoby udzielające informacji**

P. Waldemar Szalek – Dyrektor Zespołu Szkół w Piaskach

### **3.4 Data wizytacji terenowej**

Kwiecień 2016

### **3.5 Wytoczne, sugestie i uwagi zlecniodawcy (inwestora)**

Docieplenie przegród zewnętrznych nieocieplonych wraz z dociepleniem stropodachów i dachów. Wymiana stolarki okiennej w części małej sali gimnastycznej i wymiana stolarki drzwiowej dla drzwi nieszczelnych. Modernizacja kotłowni w zakresie zastosowania systemu pomp ciepła, a także modernizacja oświetlenia na oświetlenie LED w budynku Warsztatów i hali sportowej wraz z montażem instalacji fotowoltaicznej na dachu.

#### 4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA BUDYNKU

4.1 Dane ogólne budynku					
1.	Przeznaczenie budynku	Usługowy	8.	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	16 677,27
2.	Technologia budynku	Tradycyjna	9.	Liczba użytkowników:	280
3.	Liczba kondygnacji	2,3	10.	Rok budowy	1945 / 1984 / 1987 / 2003 / 2007
4.	Budynek: - szeregowy - wolnostojący	Wolnostojący	11.	Powierzchnia pomieszczeń chłodzonych	0
5.	Budynek podpiwniczony	Tak	12.	Liczba mieszkań / lokali	0
6.	Wysokość kondygnacji netto	2,8 – 3,0			
7.	Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	30 323,9			

#### 4.2 Zestawienie danych dotyczących istniejących przegród budowlanych

Lp.	Opis przegrody	Przegrody		Okna i drzwi balkonowe		Drzwi	
		Powierzchnia netto m <sup>2</sup>	Współczynnik przenikania ciepła - U <sub>k</sub> W/(m <sup>2</sup> K)	Powierzchnia m <sup>2</sup>	Współczynnik przenikania ciepła - U <sub>ok</sub> W/(m <sup>2</sup> K)	Powierzchnia m <sup>2</sup>	Współczynnik przenikania ciepła - U <sub>drzwi</sub> W/(m <sup>2</sup> K)
1.	Ściany zewnętrzna Gimnazjum nieocieplona	<b>152,76</b>	<b>1,984</b>	<b>971,7</b>	<b>1,3</b>	<b>52,4</b>	<b>1,7</b>
2.	Ściany zewnętrzna Gimnazjum ocieplone	<b>339,23</b>	<b>0,265</b>	<b>17,4</b>	<b>2,6</b>	<b>57,9</b>	<b>3,0</b>
3.	Ściany zewnętrzne Hali	<b>1352,54</b>	<b>0,248</b>				
4.	Ściany zewnętrzne Szkoły	<b>702,16</b>	<b>0,576</b>				
5.	Ściany zewnętrzne Warsztatu nieocieplone	<b>702,16</b>	<b>1,537</b>				
6.	Ściany zewnętrzne Warsztatu ocieplone	<b>121,02</b>	<b>0,348</b>				
7.	Stropodach / dach Szkoły, Gimnazjum i Łącznika	<b>1628,03</b>	<b>0,150</b>				
8.	Stropodach / dach Hali	<b>1940,66</b>	<b>0,195</b>				
9.	Stropodach / dach Warsztatu	<b>1423,00</b>	<b>1,973</b>				
10.	Podłoga na gruncie / w piwnicy Gimnazjum i Szkoły	<b>1538,74</b>	<b>0,438</b>				
11.	Podłoga na gruncie / w piwnicy Hali	<b>1823,70</b>	<b>0,273</b>				
12.	Podłoga na gruncie / w piwnicy Łącznik	<b>145,57</b>	<b>0,288</b>				
13.	Podłoga na gruncie / w piwnicy Warsztatu	<b>1304,67</b>	<b>0,444</b>				

## 5. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU

Lp.	Rodzaj danych	jedn.	Dane
1.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na C.O.	kW	<b>566,7</b>
2.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na C.W.U.	kW	<b>89,6</b>
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby wentylacji	kW	<b>0</b>
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ	<b>2 991</b>
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	GJ	<b>4 018</b>

### 5.1 Charakterystyka techniczna instalacji ogrzewania - stan istniejący

Instalacja centralnego ogrzewania oparta o kotłownię gazową zlokalizowaną w budynku Warsztatu. Instalacja wodna z zaizolowanymi przewodami, grzejniki członowe/płytkowe z zaworami termostatycznymi i odpowiednimi zabezpieczeniami.

#### Wartości współczynników sprawności systemu ogrzewania

16.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{Hg}$	0,94
17.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła	$\eta_{Hd}$	0,90
18.	Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{He}$	0,88
19.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{Hs}$	1,00
20.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu	$\eta_{Htot}$	0,744
21.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t$	1,00
22.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	1,00

### 5.2 Charakterystyka techniczna instalacji ciepłej wody użytkowej - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
<p>Ciepła woda użytkowa przygotowywana w kotłach gazowych i przy wykorzystaniu kolektorów słonecznych zlokalizowanych na dachu budynku. Przewody zaizolowane, zastosowane ograniczenie czasu pracy, a także zabezpieczenia. Zasobnik w systemie wyprodukowany po 2005 r.</p>		

### 5.4 Charakterystyka techniczna systemu wentylacji - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj wentylacji	Naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	22 515,7



**6. WYKAZ USPRAWNIEN I PRZEDSIĘWZIĘĆ MODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO**

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	Przegrody zewnętrzne (ściany, stropodach, dach, ściana piwnicy, podłoga piwnicy, strop nad piwnicą i nad przejazdami)	<b>Docieplenie nieocieplonych ścian zewnętrznych i stropodachu/dachu nad budynkiem Warsztatu</b>
2.	Okna	<b>Wymiana nieszczelnej stolarki okiennej w części małej sali gimnastycznej</b>
3.	Drzwi	<b>Wymiana nieszczelnej stolarki drzwiowej</b>
4.	System grzewczy	<b>Montaż systemu pomp ciepła jako wspomagającego źródła grzewczego</b>
5.	Instalacja c.w.u.	<b>Brak działań</b>
6.	Wentylacja	<b>Brak działań</b>
7.	Oświetlenie	<b>Modernizacja oświetlenie w budynku Warsztatów i hali sportowej.</b>

## 7. OKREŚLENIE OPTYMALNEGO WARIANTU MODERNIZACYJNEGO

### 7.1 Do obliczeń przyjęto następujące dane:

		Symbol	Jednostki	przed modernizacją	po modernizacji
1.	Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	$t_{zo}$	$^{\circ}\text{C}$	- 20	- 20
2.	Temperatura wewnętrzna lokale użytkowe	$t_w$	$^{\circ}\text{C}$	20	20
3.	Temperatura wewnętrzna klatka schodowa	$t_{kl}$	$^{\circ}\text{C}$	8	8
5.	Stopniodni ogrzewania przegrody zewnętrzne	SD	dzień K/rok	3 825	3 825
6.	Stopniodni ogrzewania klatka schodowa	SD <sub>kl</sub>	dzień K/rok	1 233	1 233

#### 7.1.1 Jednostkowe opłaty za moc zamówiona i zużyte ciepło\*)

Opłaty przed modernizacją		Cena brutto
Opłata zmienna za ciepło (dystrybucja + przesył)	zł/GJ	104,55
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja +przesył)	zł/MW m-c	30,75
Opłata abonamentowa	zł/m-c	120
Opłaty po modernizacji		
Opłata zmienna za ciepło (dystrybucja + przesył)	zł/GJ	157,16
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja +przesył)	zł/MW m-c	30,75
Opłata abonamentowa	zł/m-c	120

\*)jednostkowe opłaty przyjęto wg średnich cen energii elektrycznej i paliwa gazowego dla analizowanego obszaru, w którym zlokalizowany jest budynek na podstawie przekazanych faktur

<b>7.2.1 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku</b>			Przegroda (symbol)			
			Ściana zewnętrzna Gimnazjum			
<b>Dane do obliczeń</b>						
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła			$A_{\text{strat}} = 152,8 \text{ m}^2$			
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia			$A_{\text{koszt}} = 168,0 \text{ m}^2$			
3. liczba stopniodni ogrzewania			$SD = 3\,825 \text{ dzień K/rok}$			
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny:						
Przewiduje się docieplenie ściany z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ .						
<b>Rozpatrywane warianty ocieplenia:</b>						
Wariant 1: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie aby współczynnik U przegrody wynosił mniej niż $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Wariant 2: warstwa izolacji o 2 cm grubsza od wariantu poprzedniego						
Wariant 3: warstwa izolacji o 2 cm grubsza od wariantu poprzedniego						
Lp.		Jednostki	<b>Warianty</b>			
			<b>Stan istniejący</b>	W1	W2	W3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	-----	0,16	0,18	0,2
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji $U_c$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	1,984	0,197	0,177	0,161
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła $Q_{0U}, Q_{1U}$	GJ/rok	100,2	9,9	8,9	8,1
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie $q_{0U}, q_{1U}$	MW	0,0121	0,0012	0,0011	0,0010
5.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru}$	zł/rok	-----	5 002	5 058	5 102
6.	Cena jednostkowa usprawnienia $C_{jed}$	zł/m <sup>2</sup>	-----	200	220	240
7.	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł	-----	33 607	36 968	40 329
8.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	-----	6,7	7,3	7,9
Podstawa przyjętych wartości $N_U$ – kosztorysy zagregowane SEKOCENBUD						
<b>Wybrany wariant: 1</b>		<b>Koszt wariantu: 33 607</b>		<b>SPBT = 6,7 lat</b>		

<b>7.2.1a Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku</b>			Przegroda (symbol)			
			<b>Ściana zewnętrzna Warsztatu</b>			
<b>Dane do obliczeń</b>						
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła 2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia 3. liczba stopniodni ogrzewania 4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny:			$A_{\text{strat}} = 702,2 \text{ m}^2$ $A_{\text{koszt}} = 772,4 \text{ m}^2$ $SD = 3\,528 \text{ dzień K/rok}$			
Przewiduje się docieplenie ściany z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ .						
<b>Rozpatrywane warianty ocieplenia:</b>						
Wariant 1: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie aby współczynnik U przegrody wynosił mniej niż $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Wariant 2: warstwa izolacji o 2 cm grubsza od wariantu poprzedniego						
Wariant 3: warstwa izolacji o 2 cm grubsza od wariantu poprzedniego						
Lp.		Jednostki	<b>Warianty</b>			
			<b>Stan istniejący</b>	W1	W2	W3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	-----	0,16	0,18	0,2
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji $U_c$	W/(m <sup>2</sup> K)	1,537	0,191	0,173	0,157
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła $Q_{0U}, Q_{1U}$	GJ/rok	356,7	44,4	40,1	36,5
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie $q_{0U}, q_{1U}$	MW	0,0432	0,0054	0,0048	0,0044
5.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru}$	zł/rok	-----	17 300	17 538	17 737
6.	Cena jednostkowa usprawnienia $C_{jed}$	zł/m <sup>2</sup>	-----	200	220	240
7.	Koszt realizacji usprawnienia $N_u$	zł	-----	154 475	169 923	185 370
8.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	-----	8,9	9,7	10,5
Podstawa przyjętych wartości $N_u$ – kosztorysy zagregowane SEKOCENBUD						
<b>Wybrany wariant: 1</b>		<b>Koszt wariantu: 154 475</b>		<b>SPBT = 8,9 lat</b>		

<b>7.2.2 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku</b>	Przegroda (symbol)
	<b>Stropodach / dach Warsztatu</b>

**Dane do obliczeń**

1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła  $A_{\text{strat}} = 1\,423,0 \text{ m}^2$
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia  $A_{\text{koszt}} = 1\,423,0 \text{ m}^2$
3. liczba stopniodni ogrzewania  $SD=3\,825$  dzień K/rok
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny:

Przewiduje się docieplenie stropodachu płytami styropianowymi o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda=0,032 \text{ W/m}^*\text{K}$ .

**Rozpatrywane warianty ocieplenia:**

Wariant 1: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie aby współczynnik U przegrody wynosił mniej niż  $0,15 \text{ W/m}^2*\text{K}$

Wariant 2 i 3: grubsza warstwa izolacji o 2 cm niż w wariantcie poprzednim.

Lp.		Jednostki	Warianty			
			Stan istniejący	W1	W2	W3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	-----	0,2	0,22	0,24
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji $U_c$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	1,973	0,148	0,135	0,125
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła $Q_{0U}, Q_{1U}$	GJ/rok	927,9	69,6	63,7	58,7
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie $q_{0U}, q_{1U}$	MW	0,1123	0,0084	0,0077	0,0071
5.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru}$	zł/rok	-----	47 545	47 872	48 149
6.	Cena jednostkowa usprawnienia $C_{jed}$	zł/m <sup>2</sup>	-----	220	240	260
7.	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł	-----	313 060	341 520	369 980
8.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	-----	6,6	7,1	7,7

Podstawa przyjętych wartości  $N_U$  – kosztorysy zagregowane SEKOCENBUD

<b>Wybrany wariant: 1</b>	<b>Koszt wariantu: 313 060</b>	<b>SPBT = 6,6 lat</b>
---------------------------	--------------------------------	-----------------------

<b>7.3 Określenie optymalnego wariantu polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacyjnego</b>	Przedsięwzięcie
	<b>Wymiana okien</b>

**Dane do obliczeń**

- |  |   |
|--|---|
| 1. powierzchnia okien                                      | $A_{ok} = 17,4 \text{ m}^2$                   |
| 2. projektowy strumień powietrza wentylacyjnego            | $V_{nom} = 22\,515,7 \text{ m}^3/\text{h}$    |
| 3. liczba stopniodni ogrzewania                            | $SD = 3\,825 \text{ dzień K/rok}$             |
| 4. współczynnik przenikania ciepła okien - stan istniejący | $U_{ok} = 2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ |

**Rozpatrywane warianty usprawnienia:**

Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien na okna szczelne, o lepszych współczynnikach przenikania ciepła.

		Jednostki	Stan istniejący	Warianty	
				W1	W2
1.	Współczynnik przenikania ciepła okien <b>U</b>	W/(m <sup>2</sup> K)	2,6	0,9	0,7
2.	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C <sub>r</sub>	-	1,1	1,00
		C <sub>m</sub>	-	1,2	1,00
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikania ciepła Q <sub>0</sub>	GJ/rok	15	5	4
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat Q <sub>1</sub>	GJ/rok	2785	2532	2532
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło Q <sub>0u</sub>	GJ/rok	2800	2537	2536
6.	Roczne zapotrzebowanie na moc q <sub>0</sub>	MW	0,0018	0,0006	0,0005
7.	Roczne zapotrzebowanie na moc q <sub>1</sub>	MW	0,1837	0,1531	0,1531
8.	Roczne zapotrzebowanie na moc q <sub>0u</sub>	MW	0,1855	0,1537	0,1536
9.	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO <sub>ru</sub>	zł/rok		14 569	14 624
10.	Koszt jednostkowy okien C <sub>jed</sub>	zł/m <sup>2</sup>		1 500	1 700
11.	Koszt wymiany okien N <sub>ok</sub>	zł		26 100	29 580
12.	Koszt modernizacji wentylacji N <sub>went</sub>	zł		0	0
13.	Koszt całkowity N <sub>U</sub>	zł		26 100	29 580
14.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat		1,8	2,0

Podstawa przyjętych wartości N<sub>u</sub> – kosztorysy zagregowane SEKOCENBUD

<b>Wybrany wariant: 1</b>	<b>Koszt wariantu: 26 100</b>	<b>SPBT = 1,8 lat</b>
---------------------------	-------------------------------	-----------------------

7.4 Określenie optymalnego wariantu polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacyjnego				Przedsięwzięcie			
				Wymiana drzwi			
<b>Dane do obliczeń</b>							
1. powierzchnia drzwi $A_d = 12,4 \text{ m}^2$ 2. projektowy strumień powietrza wentylacyjnego $V_{nom} = 22\,515,7 \text{ m}^3/\text{h}$ 3. liczba stopniodni ogrzewania $SD = 3\,754 \text{ dzień K/rok}$ 4. współczynnik przenikania ciepła drzwi - stan istniejący $U_d = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$							
<b>Rozpatrywane warianty usprawnienia:</b>							
- wymiana istniejących drzwi na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach $U_d$ ,							
				<b>Warianty</b>			
				Jednostki	Stan istniejący	W1	W2
1.	Współczynnik przenikania ciepła drzwi $U$		W/(\text{m}^2\text{K})	3	1,7	1,5	
2.	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,00	1,00	1,00	
		$C_m$	-	1,00	1,00	1,00	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikania ciepła $Q_0$		GJ/rok	24	10	9	
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat $Q_1$		GJ/rok	2532	2532	2532	
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło $Q_{0u}$		GJ/rok	2556	2542	2541	
6.	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_0$		MW	0,0029	0,0012	0,0011	
7.	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_1$		MW	0,1531	0,1531	0,1531	
8.	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_{0u}$		MW	0,1560	0,1543	0,1542	
9.	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru}$		zł/rok		776	831	
10.	Koszt jednostkowy drzwi $C_{jed}$		zł/m <sup>2</sup>		1 500	1 700	
11.	Koszt wymiany drzwi $N_{ok}$		zł		35 880	40 664	
12.	Koszt modernizacji wentylacji $N_{went}$		zł		0	0	
13.	Koszt całkowity $N_u$		zł		35 880	40 664	
14.	Prosty czas zwrotu SPBT		lat		46,3	48,9	
Podstawa przyjętych wartości $N_u$ – kosztorysy zagregowane SEKOCENBUD							
<b>Wybrany wariant: 1</b>		<b>Koszt wariantu: 35 880</b>			<b>SPBT = 46,3 lat</b>		

## 8. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA POPRAWIAJĄCEGO SPRAWNOŚĆ SYSTEMU OGRZEWANIA

### Dane do obliczeń - stan istniejący

- |   |             |       |        |
|---|-------------|-------|--------|
| 1. zapotrzebowanie mocy do ogrzewania budynku | $q_{Hco} =$ | 566,7 | kW     |
| 2. sezonowe zapotrzebowanie ciepła            | $Q_{Hco} =$ | 2 991 | GJ/rok |

### Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu ogrzewania

Montaż pompy ciepła o mocy 165 kW wraz z systemem 40 odwiertów po 100 m każdy.

### Zestawienie współczynników sprawności systemu ogrzewania związanych z modernizacją

Lp.		Współczynniki sprawności			
		Stan istniejący		Stan po modernizacji	
1.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania	$\eta_{Hg}$	<b>0,94</b>	$\eta_{Hg}$	<b>2,35</b>
2.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu	$\eta_{Hd}$	<b>0,90</b>	$\eta_{Hd}$	<b>0,90</b>
3.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji	$\eta_{Hs}$	<b>1,00</b>	$\eta_{Hs}$	<b>1,00</b>
4.	Średnia sezonowa sprawność regulacji	$\eta_{He}$	<b>0,89</b>	$\eta_{He}$	<b>0,89</b>
5.	Średnia sezonowa sprawność całkowita	$\eta_{Htot}$	<b>0,744</b>	$\eta_{Htot}$	<b>1,882</b>
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia	$W_t$	<b>1,00</b>	$W_t$	<b>1,00</b>
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników	$W_d$	<b>1,00</b>	$W_d$	<b>1,00</b>

### 8.1 Ocena finansowa przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania

Lp.		Jednostki	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna instalacji c.o. $q_{co}$	MW	<b>0,5667</b>	<b>0,5667</b>
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ/rok	<b>2 991</b>	<b>2 991</b>
3.	Średnia sezonowa sprawność całkowita $\eta_{Htot}$	----	<b>0,744</b>	<b>1,882</b>
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu $Q_{co}$	GJ/rok	<b>3 973</b>	<b>1 589</b>
5.	Roczny koszt ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym $O_{co}$	zł/rok	<b>220 144,7</b>	<b>97 932,6</b>
6.	Koszt modernizacji instalacji grzewczej	Zł	-	<b>760 000</b>
7.	Roczne oszczędności kosztów ogrzewania $\Delta O_{rco}$	zł/rok	-	<b>122 182,1</b>
8.	Prosty okres zwrotu inwestycji (SPBT)	lat	-	<b>6,2</b>



## 9. OBLICZENIA ZAOSZCZĘDZONEJ ENERGII ELEKTRYCZNEJ - MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA

Oszczędności zużycia energii elektrycznej dla źródeł światła po modernizacji obliczane są przy założeniu, że natężenie oświetlenia powierzchni mierzone w luksach spełnia wymagania PN-EN 12464-1:2012. Do obliczeń przyjęto założenie wymiany punktów świetlnych bez zmiany przeznaczenia i powierzchni oświetlanych pomieszczeń i przy założeniu niezmienności natężenia oświetlenia.

### Dane do oceny - stan istniejący

- Modernizacja oświetlenia jest analizowana w budynku Warsztatów i hali sportowej zgodnie z wytycznymi Inwestora
- powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia  $A_L = 4063,42 \text{ m}^2$
- obecny system oświetlenia w analizowanych budynkach stanowi 457 lamp świetlówkowych długich po 2 świetlówki liniowe o mocy 36 W każda, a także 35 lamp o mocy 250 W
- obliczeniowy wskaźnik jednostkowej mocy wynosi  $10,3 \text{ W/m}^2$
- przyjęto koszt wymiany lampy świetlówkowej na poziomie 400,00 zł netto, a lamp w hali na poziomie 1000,00 zł netto

		Jednostki	Stan istniejący	System oświetlenia po modernizacji Oświetlenie LED
1.	Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku $P_N$	W/m <sup>2</sup>	10,3	4,9
2.	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu dnia $t_D$	h	1800	1800
3.	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu nocy $t_N$	h	200	200
4.	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego $F_C$	----	1,0	1,0
5.	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy $F_O$	----	1,0	1,0
6.	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego $F_D$	----	1,0	1,0
7.	Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI	kWh/m <sup>2</sup> rok	20,5	9,8
8.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetleniowej $Q_{KL} = A_f \cdot \text{LENI}$	kWh/rok	83 308	39 904
9.	Roczne oszczędności energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia $\Delta Q_{KL}$	kWh/rok	-----	43 404
10.	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną $C_{jed}$	zł/kWh	0,51	0,51
11.	Roczne koszty zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego $K$	zł/rok	42 487,08	20 351,04
12.	Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia $\Delta Q_K$	zł/rok	-----	22 136,04
13.	Koszt modernizacji systemu oświetlenia $N_U$	zł	-----	217 800,00
14.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	----	9,8

**Dodatkowe informacje:**

W ramach modernizacji systemu oświetlenia zaplanowano również montaż instalacji fotowoltaicznej w celu produkcji energii elektrycznej na potrzeby własne budynku. Zaplanowano montaż 2 instalacji fotowoltaicznych, z czego instalacja na budynku Warsztatów o mocy 40 kWp, a instalacja na dachu hali sportowej o mocy 37,6 kWp. Dokładny dobór instalacji, a także określenie parametrów szacunkowej ilości wytworzonej energii zawarte zostanie w projekcie wykonawczym instalacji. Szacunkowy koszt instalacji wyniesie łącznie 543 200 zł.

## 10. ZESTAWIENIE OPTYMALNYCH USPRAWNIEŃ MODERNIZACYJNYCH

zestawienie wybranych wariantów uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT, z uwzględnieniem modernizacji instalacji grzewczej jako wariant pierwszy do zrealizowania z uwagi na średni stan techniczny obecnej kotłowni.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia modernizacyjnego*	Planowane koszty robót zł	SPBT
1.	Modernizacji systemu grzewczego	760 000	6,2
2.	Wymiana okien	26 100	1,8
3.	Docieplenie stropodachu/dachu Warsztatu	313 060	6,6
4.	Docieplenie południowej ściany Gimnazjum	33 607	6,7
5.	Docieplenie ścian zewnętrznych Warsztatu	154 475	8,9
6.	Modernizacja oświetlenia wraz z montażem instalacji fotowoltaicznej	761 000	9,8
7.	Wymiana drzwi	35 880	46,3

## 11. ZESTAWIENIE WSZYSTKICH WARIANTÓW I WYBÓR OPTYMALNEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA MODERNIZACYJNEGO DLA BUDYNKU

### Wybór optymalnego wariantu obejmuje:

1. oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych  
wskazanie optymalnego wariantu do realizacji

### Określenie wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych

	Przedsięwzięcie modernizacyjne	Numer wariantu						
		W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
1.	Modernizacji systemu grzewczego	X	X	X	X	X	X	X
2.	Wymiana okien	X	X	X	X	X	X	
3.	Docieplenie stropodachu/dachu Warsztatu	X	X	X	X	X		
4.	Docieplenie ściany południowej Gimnazjum	X	X	X	X			
5.	Docieplenie ścian zewnętrznych Warsztatu	X	X	X				
6.	Modernizacja oświetlenia wraz z montażem instalacji fotowoltaicznej	X	X					
7.	Wymiana drzwi	X						
<b>Planowane koszty całkowite zł</b>		2084122	2048242	1287242	1132767	1099160	786100	760000
<b>Roczna oszczędność kosztów energii grzewczej zł/rok</b>		116 530	116 777	140 920	143 138	151 700	151 700	152 009
<b>Oszczędność zapotrzebowania na energię %</b>		60,51%	60,40%	60,40%	57,56%	56,83%	48,81%	48,73%

## **12. OPIS OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA**

Na podstawie przeprowadzonej analizy został wybrany jako optymalny wariant przedsięwzięcia modernizacyjnego dla ocenianego budynku.

Wariant ten obejmuje następujące usprawnienia modernizacyjne przewidziane do realizacji w budynku:

Modernizację systemu grzewczego w zakresie montażu jako wspomagającego systemu pomp ciepła wraz z niezbędną infrastrukturą i instalacjami

Docieplenie ściany południowej budynku Gimnazjum

Docieplenie ścian zewnętrznych budynku Warsztatu

Docieplenia dachu i stropodachu budynku Warsztatu

Wymianę nieszczelnej stolarki okiennej i drzwiowej

Modernizacja systemu oświetlenia w budynku Warsztatu i hali sportowej wraz z montażem instalacji fotowoltaicznej

### **12.1 Dalsze działania inwestora**

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Wykonanie dokumentacji projektowej dla planowanego przedsięwzięcia
2. Wykonanie kosztorysów inwestorskich i przedmiarów robót
3. Wykonanie audytu powykonawczego po przeprowadzeniu prac

<b>13. ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO</b>				
	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii / redukcja zanieczyszczeń
1	2	3	4	5 = 3-4
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o.+ went + c.w.u.)	GJ/rok	4891,6	1931,9	2959,7
	kWh/rok	1358767	536635	822131
	%	-	-	60,51 %
Zapotrzebowanie na energię elektryczną do celów oświetlenia	GJ/rok	587,5	279,5	308,0
	kWh/rok	163192	77635	85557
	%	-	-	52,43 %
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	6529,7	2433,3	4096,3
	kWh/rok	1813800	675929	1137871
	%	-	-	62,73%