

## **AUDYT ENERGETYCZNY, OŚWIETLENIOWY, EKOLOGICZNY BUDYNKU**

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie  
Ustawy z dnia 21.11.2008**

<b>Adres budynku</b>	<b>Budynek Zespołu Szkół Ekonomiczno - Administracyjnych ul. Gajowa 98 85-102 Bydgoszcz</b>
<b>Inwestor</b>	<b>MIASTO BYDGOSZCZ ul. Jezuicka 85 85-102 Bydgoszcz</b>
<b>Jednostka Projektowa</b>	<b>Projecta sp. z o.o. ul. Kuratowskiej 51 66-400 Gorzów Wlkp</b>
<b>Wykonawca Audytu</b>	<b>PHU BOLTIMA Roman Szczygieł ul. Wańkowicza 9a/10 75-445 Koszalin</b>


TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
<b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	budynek szkolny	<b>1.2. Rok budowy</b>	1955
<b>1.3. Inwestor</b> (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	<b>MIASTO BYDGOSZCZ</b> ul. Jezuitska 85 85-102 Bydgoszcz	<b>1.4. Adres budynku</b> miejscowość ul. Gajowa 98 kod pocztowy 85-102 Bydgoszcz woj. kujawsko-pomorskie gmina Bydgoszcz	
<b>2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt</b> <b>PHU BOLTIMA Roman Szczygiel</b> <b>NIP: 669-232-58-61</b> <b>ul. Wańkowicza 9a/10</b> <b>REGON: 331445154</b> <b>75-445 Koszalin</b>			
<b>3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b> mgr inż. Roman Szczygiel tel. 668 206 406 <a href="http://www.audytorenergetyczny.pl">www.audytorenergetyczny.pl</a> <a href="mailto:biuro@audytorenergetyczny.pl">biuro@audytorenergetyczny.pl</a> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mgr inż. energetyki cieplnej.</li> <li>- Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych, nr legitymacji 846.</li> <li>- Uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków, nr wpisu: 2170.</li> <li>- Kurs audytora energetycznego: Fundacja Poszanowania Energii - Nr 81/05 2005r.</li> <li>- Szkolenie - Nowe Audyty Energetyczne i Remontowe Fundacja Poszanowania Energii 2009r.</li> <li>- Studia podyplomowe na Politechnice Koszalińskiej rok akademicki: 2008/2009 "Certyfikacja i audyt energetyczny budynków".</li> <li>- Uczestnik programu NOWY EXPERT Fundacja Poszanowania Energii 2010r.</li> <li>- Szkolenie Energia odnawialna w każdym domu Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny 2010r.</li> <li>- Szkolenie Energetyka Przyjazna Środowisku Fundacja Poszanowania Energii 2010r.</li> <li>- Studia podyplomowe na Politechnice Koszalińskiej rok akademicki: 2011/2012 "Zarządzanie nieruchomościami".</li> <li>- Szkolenie Audytor Efektywności Energetycznej: ASM Centrum Badań i Analiz Rynku sp. z o.o. – Nr ASM/AB_AEE/2013/C3 2013r.</li> <li>- Szkolenie kwalifikacyjne: "Rola i funkcja Certyfikowanych Audytorów/Ekspertów ds.. Energetyki w Programie NF".</li> <li>- Fundacja na Rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii. Certyfikat nr 136, 2015r.</li> </ul> <div style="text-align: right;">   <b>PHU BOLTIMA</b>            Roman Szczygiel            ul. Wańkowicza 9A/10, 75-445 Koszalin            NIP 669-232-58-61, REGON 331445154         </div> <p style="text-align: center;"><i>podpis</i></p>			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Zakres udziału w opracowaniu audytu</b>	
1			
<b>5. Miejscowość</b>	Koszalin	<b>Data wykonania opracowania</b>	27.07.2021
<b>6. Spis treści</b>			str.
1. Strona tytułowa			2
2. Karta audytu energetycznego			3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6
5. Ocena stanu technicznego budynku			7
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			11
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			28
8. Opis wariantu optymalnego			32

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU <sup>1)</sup>		
<b>1. Dane ogólne</b>		
1. Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2. Liczba kondygnacji	3 + piwnica	
3. Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	16 129,71	
4. Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	4 388,41	
5. Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	41,00	
6. Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0,93%	
7. Liczba lokali mieszkalnych	1	
8. Liczba osób użytkujących budynek	ok. 800	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody	instalacja centralna	
10. Rodzaj systemu grzewczego a budynku	instalacja centralna	
11. Współczynnik kształtu A/V [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,44	
12. Inne dane charakteryzujące budynek	-	
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m<sup>2</sup>K]</b>	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1. podłoga na gruncie PG	0,208	0,208
2. stropodach wentylowany nad skrzydłem dydaktycznym oraz stropodach wentylowany nad salą gimnastyczną	0,869	0,132
3. stropodach pełny nad łącznikiem łączącym aulę i salę gimnastyczną oraz nad częścią dachu nad aulą i salą gimnastyczną D-AS	0,854	0,128
4. dach nad aulą i salą gimnastyczną D-AS	0,717	0,145
5. ściany zewnętrzne SZ	1,137	0,184
6. ściany zewnętrzne przy gruncie SP	1,095	0,197
7. okna zewnętrzne OK-2,6	2,600	0,900
8. drzwi zewnętrzne DZ-2,5	2,500	1,300
<b>3. Sprawności składowe systemu ogrzewania <sup>2)</sup></b>		
1. Sprawność wytwarzania	0,93	0,93
2. Sprawność przesyłania	0,80	0,90
3. Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4. Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,85	0,85
6. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,91	0,91
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>		
1. Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2. Sprawność przesyłania	0,50	0,70
3. Sprawność akumulacji	1,00	1,00
4. Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji <sup>3)</sup></b>		
1. Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	natural./mech.
2. Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3. Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	16 130	16 130
4. Liczba wymian [l/h]	1,00	1,00
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>		
1. Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	465,1	255,2
2. Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	41,1	29,3
3. Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3188,5	1306,6
4. Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3485,0	1 111,0
5. Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	294,8	210,6
6. Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)[GJ/rok]	brak danych oddzielnie dla c.o.	-
7. Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)[GJ/rok]	brak danych oddzielnie dla c.w.u.	-

8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>2</sup> rok]	202,0	82,8
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>2</sup> rok]	220,8	70,4
10. <sup>2</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	33,3
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>		<b>przed</b>	<b>po</b>
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup> [zł/GJ]	58,03	58,03
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]	16395,57	16395,57
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup> [zł/m <sup>3</sup> ]	-	-
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	16395,57	16395,57
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/m <sup>2</sup> m-c]	-	-
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	58,03	58,03
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]		5 083 503,80	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		5 083 503,80	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		186 263,36	

- 1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.  
Uzasadnienie: 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) energia w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej
- 3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesylem energii.
- 4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesylem energii.

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

#### **3.1. Dokumentacja projektowa:**

- ° Formularz danych do audytu energetycznego wg wzoru wykonawcy.
- ° Książka obiektu budowlanego.
- ° Protokoły z kontroli okresowej rocznej i pięcioletniej stanu technicznego i przydatności budynku do użytkowania.
- ° Inwentaryzacja wykonana na potrzeby audytu.
- ° Dokumentacja projektowa.

#### **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 z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z z późniejszymi zmianami. 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”.

#### **3.3. Osoby udzielające informacji**

- przedstawiciel inwestora

#### **3.4. Data wizji lokalnej**

lipiec 2021r.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
  - modernizacja instalacji wentylacji
  - ocieplenie przegród zewnętrznych
  - wymiana stolarki okiennej
  - wymiana stolarki drzwiowej
  - modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
  - modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej

#### 4.1. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

SW-DŁDS - stropodach wentylowany nad skrzydłem dydaktycznym oraz stropodach wentylowany nad łącznikiem łączącym skrzydło dydaktyczne i salę gimnastyczną. Stropodach wentylowany - płyta żelbetowa prefabrykowana, ścianki ażurowe podpierające płyty korytkowe, pokrycie z papy termozgrzewalnej na warstwie gładzi cementowej.

SP-ŁASM - stropodach pełny nad łącznikiem łączącym aulę i salę gimnastyczną oraz nad częścią mieszkalną. Stropodach pełny - płyta żelbetowa prefabrykowana, warstwa wyrównawcza (żużel, suprema), pokrycie z papy termozgrzewalnej na warstwie gładzi cementowej.

D-AS - dach nad aulą i salą gimnastyczną. Dach - pokrycie z płyty pilśniowej, pokrycie z papy termozgrzewalnej. W przypadku auli konstrukcja wykonana z kratownic stalowych. W przypadku sali gimnastycznej konstrukcja wykonana z dźwigarów żelbetowych.

SZ - ściany zewnętrzne wykonane z cegły ceramicznej pełnej o gr. 1,5 cegły kratówki, obustronnie otynkowane.

SP - ściany zewn. piwniczne przy gruncie wykonane z cegły ceramicznej pełnej o gr. 2 cegieł, obustronnie otynkowane.

OK-2,6 - okna zewnętrzne w złym stanie technicznym o wsp. przenikania ciepła  $U=2,6W/(m^2 \cdot K)$ .

SW-3,0 - świetlik dachowy w złym stanie technicznym o wsp. przenikania ciepła  $U=3,0W/(m^2 \cdot K)$ .

DZ-2,5 - drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym o wsp. przenikania ciepła  $U=2,5W/(m^2 \cdot K)$ .

PG - podłoga na gruncie, od góry posadzka ceramiczna/parkiet, posadzka cementowa, papa asfaltowa, warstwa betonu, gruzobeton/żwir, piasek.

**Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych**

L.p.	Opis	Położenie	Powierzchnia bez okien, drzwi m <sup>2</sup>	$U_K W/(m^2 \cdot K)$	Powierzchnia okien m <sup>2</sup>	$U_{okna} W/(m^2 \cdot K)$	Powierzchnia drzwi m <sup>2</sup>	$U_{drzwi} W/(m^2 \cdot K)$	Powierzchnia drzwi m <sup>2</sup>	$U_{drzwi} W/(m^2 \cdot K)$
1	SW-DŁDS	H	934	0,869						
2	SP-ŁASM	H	311,0	0,854	78,00	3,000				
3	D-AS	H	623,0	0,717						
4	SZ	E	184,0	1,137			8,00	2,500		
5	SZ	N	315,0	1,137	88,10	2,600	12,70	2,500		
6	SZ	S	336,5	1,137	88,80	2,600	3,65	2,500		
7	SZ	E	513,0	1,137	332,00	2,600				
8	SZ	W	122,5	1,137	26,40	2,600				
9	SZ	W	550,2	1,137	333,30	2,600	15,50	2,500		
10	SP	N	30,0	1,095						
11	SP	S	30,0	1,095						
12	SP	E	124,0	1,095						
13	SP	W	124,0	1,095						
14	PG	H	1946,0	0,208						

#### 4.2. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1	Zapotrzebowania na moc cieplną za co	[kW]	465,1
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	41,1
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	3 188,5
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	3 485,0
5	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	16 395,57
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	58,03
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

#### 4.3. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło wytwarzane w węźle ciepłowniczym będącym własnością przedsiębiorstwa ciepłowniczego.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane.
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne, stalowe - płytowe.
5.	Oslonięcie grzejników	Brak.
6.	Zawory termostatyczne	Zamontowane, w złym stanie technicznym.
7.	Zabezpieczenie	wzbiorcze naczynie przeponowe.
8.	Odpowietrzenie	Zamontowane przy grzejnikach
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5 / 12
10.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Nie wykonywano

#### 4.4. Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,93
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,80
3	Regulacja i wytwarzanie	$\eta_e$	0,77
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	0,57
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$W_t$	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$W_d$	0,91

#### 4.5. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana w węźle ciepłowniczym będącym własnością przedsiębiorstwa ciepłowniczego. Przewody wykonane z rur stalowych. Instalacja w budynku wyeksploatowana, w złym stanie technicznym.
2.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Zainstalowane
3.	Zbiornik akumulacyjny	Brak.

#### 4.6. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	16 130



## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1. Przegrody zewnętrzne

przegroda		U [W/m <sup>2</sup> *K]	
		istniejące	wymagane
			od 1.01.2019r
PG	podłoga na gruncie	0,208	0,30
SW-DŁDS	stropodach wentylowany nad skrzydłem dydaktycznym oraz stropodach wentylowany nad łącznikiem łączącym skrzydło dydaktyczne i salę gimnastyczną	0,869	0,15
SP-ŁASM	stropodach pełny nad łącznikiem łączącym aulę i salę gimnastyczną oraz nad częścią mieszkalną.	0,854	0,15
D-AS	dach nad aulą i salą gimnastyczną	0,717	0,15
SZ	ściany zewnętrzne	1,137	0,20
SP	ściany zewnętrzne przy gruncie	1,095	0,20

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych nie spełniają obecnie obowiązujących wymagań w tym zakresie. Wyjątkiem są podłogi na gruncie PG, które spełniają obecne wymagania.

### 5.2. Okna i drzwi

przegroda		U [W/m <sup>2</sup> *K]	
		istniejące	wymagane
			od 1.01.2019r
OK-2,6	okna zewnętrzne $t_i > 16^\circ\text{C}$	2,600	0,90
SW-3,0	świetlik dachowy	3,000	bez wymagań
DZ-2,5	drzwi zewnętrzne $t_i > 16^\circ\text{C}$	2,500	1,30

Współczynniki przenikania ciepła dla okien oraz drzwi zewnętrznych nie spełniają obecnie obowiązujących wymagań w zakresie ochrony cieplnej.

### 5.3. System grzewczy

Ciepło wytwarzane w węźle ciepłowniczym będącym własnością przedsiębiorstwa ciepłowniczego. Grzejniki żeliwne, stalowe, płytowe. Zawory termostatyczne i odpowietrzniki zamontowane przy grzejnikach. Instalacja w budynku wyeksploatowana, w złym stanie technicznym.

### 5.4. System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana w węźle ciepłowniczym będącym własnością przedsiębiorstwa ciepłowniczego. Przewody wykonane z rur stalowych. Instalacja w budynku wyeksploatowana, w złym stanie technicznym.

### 5.5. Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien, następnie usuwane jest poprzez kratki wywiewne i kominy.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<b><u>Przegrody zewnętrzne</u></b> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Pożądane docieplenie przegród zewnętrznych w celu zapewnienia obecnie wymaganego współczynnika przenikania ciepła. Należy wymienić także świetlik dachowy na energooszczędny.
2	<b><u>Okna</u></b> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o niższym współczynniku przenikania $U$ [W/m <sup>2</sup> K].
3	<b><u>Drzwi zewnętrzne</u></b> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Pożądana wymiana drzwi na bardziej szczelne o niższym współczynniku przenikania $U$ [W/m <sup>2</sup> K].
4	<b><u>Wentylacja grawitacyjna.</u></b> Obecnie nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania.	Możliwe poprzez montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali gimnastycznej i auli.
5	<b><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></b> Ciepła woda przygotowywana w węźle ciepłowniczym będącym własnością przedsiębiorstwa ciepłowniczego. Przewody wykonane z rur stalowych. Instalacja w budynku wyeksploatowana, w złym stanie technicznym.	Możliwe poprzez kompleksową wymianę instalacji ciepłej wody użytkowej.
6	<b><u>System grzewczy</u></b> Ciepło wytwarzane w węźle ciepłowniczym będącym własnością przedsiębiorstwa ciepłowniczego. Grzejniki żeliwne, stalowe, płytowe. Zawory termostatyczne i odpowietrzniki zamontowane przy grzejnikach. Instalacja w budynku wyeksploatowana, w złym stanie technicznym.	Możliwe poprzez kompleksową wymianę instalacji centralnego ogrzewania.

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

L.p. 1	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć 2	Sposób realizacji 3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach wentylowany nad skrzydłem dydaktycznym oraz stropodach wentylowany nad łącznikiem łączącym skrzydło dydaktyczne i salę gimnastyczną SW-DŁDS	Docieplenie SW-DŁDS.
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach pełny nad łącznikiem łączącym aulę i salę gimnastyczną oraz nad częścią mieszkalną SP-ŁASM.	Docieplenie SP-ŁASM.
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach nad aulą i salą gimnastyczną D-AS.	Docieplenie D-AS.
4	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne SZ.	Docieplenie SZ.
5	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany piwniczne przy gruncie SP.	Docieplenie SP.
6	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna zewnętrzne OK-2,6.	Wymiana okien OK-2,6 na energooszczędne.
7	Zmniejszenie strat przez świetlik dachowy SW-3,0.	Wymiana świetlika dachowego SW-3,0 na energooszczędne.
8	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne DZ-2,5.	Wymiana drzwi DZ-2,5 na energooszczędne.
9	Modernizacja instalacji wentylacji.	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali gimnastycznej i auli.
10	Podwyższenie sprawności instalacji ciepłej wody użytkowej.	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.
11	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania.	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania.

## 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	Zmniejszenie strat przez przenikanie	Docieplenie SW-DŁDS.
		Docieplenie SP-ŁASM.
		Docieplenie D-AS.
		Docieplenie SZ.
		Docieplenie SP.
		Wymiana okien OK-2,6 na energooszczędne.
		Wymiana świetlika dachowego SW-3,0 na energooszczędne.
		Wymiana drzwi DZ-2,5 na energooszczędne.
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby wentylacyjne	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali gimnastycznej i auli.
III	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.
IV	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na centralne ogrzewanie.	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania.

## 7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo- modernizacji gaz ziemny	jedn.
$t_{wo}$		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$		-18,0	-18,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d$	dla przegród zewnętrznych *	3 924	3 924	dzień·K·a
$O_{0m,}$	$O_{lm,}$	16 395,57	16 395,57	zł/(MW·mc)
$O_{0z,}$	$O_{lz,}$	58,03	58,03	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		
				SW-DŁDS		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat				<b>A</b>	=	934,00 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A<sub>koszt</sub></b>	=	934,00 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wentylowanego poprzez wdmuchnięcie granulatu dociepleniowego o wsp. przewodzenia ciepła $\lambda= 0,039 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: maksymalny współczynnik przenikania dla przegrody przy temp. $\geq 16^{\circ}\text{C}$ wynosi: od 1.01.2019r						

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				SP-ŁASM		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat				<b>A</b>	=	311,00 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A<sub>koszt</sub></b>	=	311,00 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się docieplenie stropodachu pełnego poprzez montaż wełny od zewnątrz o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,039 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: maksymalny współczynnik przenikania dla przegrody przy temp. ≥16°C wynosi: od 1.01.2019r                      0,15 W/m <sup>2</sup> K wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla stropu <b>U<sub>max</sub> &lt; 0,15 W/m<sup>2</sup>K</b> wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla stropu <b>U<sub>max</sub> &lt; 0,15 W/m<sup>2</sup>K</b>  wariant 3: o grubości 5 cm większej niż w wariancie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,20	0,25	0,30
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W		5,13	6,41	7,69
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	1,171	6,299	7,581	8,863
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U	GJ/a	90,0	16,7	13,9	11,9
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A·(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )*U	MW	0,0101	0,0019	0,0016	0,0013
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		5 867	6 089	6 264
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		405,00	450,00	495,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		125 955,00	139 950,00	153 945,00
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		21,47	22,98	24,58
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	0,854	0,159	0,132	0,113
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody.						
<b>Wybrany wariant: 2</b>		<b>Koszt :</b>		<b>139 950,00 zł</b>	<b>SPBT= 22,98 lat</b>	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				D-AS		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	623,00 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>koszt</sub>	=	623,00 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu poprzez montaż warstwy wełny od zewnątrz o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
maksymalny współczynnik przenikania dla przegrody przy temp. $\geq 16^\circ\text{C}$ wynosi:						
od 1.01.2019r $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla stropodachu <b><math>U_{\max} &lt; 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}</math></b>						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla stropodachu <b><math>U_{\max} &lt; 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}</math></b>						
wariant 3: o grubości 5 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,20	0,25	0,30
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> K/W		5,13	6,41	7,69
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	1,395	6,523	7,805	9,087
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	151,5	32,4	27,1	23,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0170	0,0036	0,0030	0,0026
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		9 548	9 974	10 279
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		405,00	450,00	495,00
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		252 315,00	280 350,00	308 385,00
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		26,43	28,11	30,00
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> K	0,717	0,153	0,128	0,110
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody.						
Wybrany wariant: 2		Koszt :		280 350,00 zł		SPBT= 28,11 lat



7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				SZ		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat				<b>A</b> = 2 021,20 m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A<sub>koszt</sub></b> = 2 021,20 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez montaż warstwy styropianu od zewnątrz o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: maksymalny współczynnik przenikania dla ściany zewnętrznej przy temp. ≥16°C wynosi: od 1.01.2019r                      0,20 W/m <sup>2</sup> K Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla ścian <b>U<sub>max</sub> &lt; 0,20 W/m2K</b> wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla ścian <b>U<sub>max</sub> &lt; 0,20 W/m2K</b>  wariant 3: o grubości 3 cm większej niż w wariancie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,15	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W		3,64	4,55	5,45
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,880	4,516	5,425	6,334
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U	GJ/a	779,2	151,7	126,3	108,2
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )*U	MW	0,0873	0,0170	0,0142	0,0121
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		50 246	52 271	53 734
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		540,00	600,00	660,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		1 091 448,00	1 212 720,00	1 333 992,00
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		21,72	23,20	24,83
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	1,137	0,221	0,184	0,158
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>  Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody.						
<b>Wybrany wariant: 2</b>		<b>Koszt :</b> <b>1 212 720,00 zł</b>		<b>SPBT=                      23,20 lat</b>		

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				SP		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat				<b>A</b>	=	308,00 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A<sub>koszt</sub></b>	=	308,00 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez montaż warstwy polistyrenu ekstrudowanego od zewnątrz o wsp. przewod. λ= 0,036 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: maksymalny współczynnik przenikania dla ściany zewnętrznej przy temp. ≥16°C wynosi: od 1.01.2019r 0,20 W/m <sup>2</sup> K Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla ścian <b>U<sub>max</sub> &lt; 0,20 W/m2K</b> wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla ścian <b>U<sub>max</sub> &lt; 0,20 W/m2K</b> wariant 3: o grubości 3 cm większej niż w wariancie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,15	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W		3,33	4,17	5,00
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,913	4,247	5,080	5,913
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U	GJ/a	114,3	24,6	20,6	17,7
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )*U	MW	0,0128	0,0028	0,0023	0,0020
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		7 173	7 503	7 731
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		720,00	800,00	880,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		221 760,00	246 400,00	271 040,00
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		30,92	32,84	35,06
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	1,095	0,235	0,197	0,169
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>  Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody.						
<b>Wybrany wariant: 2</b>		<b>Koszt :</b>		<b>246 400,00 zł</b>	<b>SPBT= 32,84 lat</b>	

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien	
Obliczenia wykonane po uwzględnieniu powierzchni wymienianej stolarki względem całej stolarki.					
Dane: powierzchnia		$A_{ok} = 868,60 \text{ m}^2$			
		$C_w = 1,0$			
		$C_r * C_w * V_{nom} = 14\,203 \text{ m}^3/\text{h}$			
		$C_m * V_{obl} = C_m * \Psi = 14\,203 \text{ m}^3/\text{h}$			
Opis wariantów usprawnienia					
Przewiduje się wymianę okien na nową stolarkę okienną, energooszczędną.					
maksymalny współczynnik przenikania przy temp. $\geq 16^\circ\text{C}$ wynosi:					
od 1.01.2019r $0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Rozpatruje się 2 warianty różniące się poziomem izolacji termicznej:					
wariant 1:		$U = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$			
wariant 2:		$U = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,60	0,90	0,60
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	0,85	0,85
		$C_m$	-	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	765,70	265,05	176,70
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	1638,59	1392,80	1392,80
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	2404,29	1657,85	1569,50
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,08580	0,02970	0,01980
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,18350	0,18350	0,18350
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,26930	0,21320	0,20330
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		54 354,45	61 429,32
10	Koszt jednostkowy wymiany	zł/m2		1 500,00	1 950,00
11	Ilość	m2		868,60	868,60
12	Koszt wymiany	zł		1 302 900,00	1 693 770,00
13	SPBT	lata		23,97	27,57
Podstawa przyjętych wartości $N_U$					
Przyjęto ceny jednostkowe 1 m <sup>2</sup> na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni okien ( $A_{koszt}$ )					
Wybrany wariant: 1		Koszt :	1 302 900,00 zł	SPBT=	23,97 lat

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien				Przedsięwzięcie	
				Wymiana świetlika	
Obliczenia wykonane po uwzględnieniu powierzchni wymienianej stolarki względem całej stolarki.					
Dane: powierzchnia		$A_{sw} = 78,00 \text{ m}^2$			
		$C_w = 1,0$			
		$C_r * C_w * V_{nom} = 1\,275 \text{ m}^3/\text{h}$			
		$C_m * V_{obl} = C_m * \Psi = 1\,275 \text{ m}^3/\text{h}$			
Opis wariantów usprawnienia					
Przewiduje się wymianę świetlika na energooszczędny.					
maksymalny dostępny na rynku współczynnik przenikania dla świetlików wynosi:					
$1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Rozpatruje się 2 warianty różniące się poziomem izolacji termicznej:					
wariant 1:		$U = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	
1	Współczynnik przenikania $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,00	1,20	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,00	0,85
		$C_m$	-	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	79,34	31,74	
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	147,14	125,07	
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	226,48	156,81	
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,00890	0,00360	
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,01650	0,01650	
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,02540	0,02010	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		5 085,81	
10	Koszt jednostkowy wymiany	zł/m2		1 500,00	
11	Ilość	m2		78,00	
12	Koszt wymiany	zł		117 000,00	
13	SPBT	lata		23,01	
Podstawa przyjętych wartości $N_U$					
Przyjęto ceny jednostkowe 1 m <sup>2</sup> na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni świetlika ( $A_{koszt}$ )					
Wybrany wariant: 1		Koszt :	117 000,00 zł	SPBT=	23,01 lat

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi				Przedsięwzięcie	
				Wymiana drzwi	
Obliczenia wykonane po uwzględnieniu powierzchni wymienianej stolarki względem całej stolarki.					
Dane: powierzchnia		$A_{dz} = 39,85 \text{ m}^2$			
		$C_w = 1,0$			
		$C_r * C_w * V_{nom} = 652 \text{ m}^3/\text{h}$			
		$C_m * V_{obl} = C_m * \Psi = 652 \text{ m}^3/\text{h}$			
Opis wariantów usprawnienia					
Przewiduje się wymianę okien na nową stolarkę okienną, energooszczędną.					
maksymalny współczynnik przenikania dla drzwi przy temp. $\geq 16^\circ\text{C}$ wynosi:					
od 1.01.2019r $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Rozpatruje się 2 warianty różniące się poziomem izolacji termicznej:					
wariant 1:		$U = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$			
wariant 2:		$U = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,50	1,30	1,00
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	0,85	0,85
		$C_m$	-	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	33,78	17,56	13,51
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	75,18	63,90	63,90
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	108,96	81,46	77,41
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,00380	0,00200	0,00150
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,00840	0,00840	0,00840
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,01220	0,01040	0,00990
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		1 950,01	2 283,41
10	Koszt jednostkowy wymiany	zł/m2		3 000,00	3 900,00
11	Ilość	m2		39,85	39,85
12	Koszt wymiany	zł		119 550,00	155 415,00
13	SPBT	lata		61,31	68,06
Podstawa przyjętych wartości $N_U$					
Przyjęto ceny jednostkowe 1 m <sup>2</sup> na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni drzwi ( $A_{koszt}$ )					
Wybrany wariant: 1		Koszt :	119 550,00 zł	SPBT=	61,31 lat

**7.2.9. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło przez system wentylacji nawiewno - wywiewnej**

Dane:

$Q_{0w} =$	251,2	GJ/rok	$q_{0w} =$	0,0491	MW
$Q_{1w} =$	125,6	GJ/rok	$q_{1w} =$	0,0245	MW
$Q_{2w} =$	87,9	GJ/rok	$q_{2w} =$	0,0172	MW

Opis:

Lp.	Opis
wariant 1	Montaż instalacji wentylacyjnej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali gimnastycznej i auli o sezonowej sprawności odzysku ciepła 50%.
wariant 2	Montaż instalacji wentylacyjnej wyposażonej w centralę wentylacyjną z odzyskiem ciepła o sezonowej sprawności odzysku ciepła 65%.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	wariant 1	wariant 2
1	Zapotrzebowanie na moc $q_{0w}, q_{1w}, q_{2w}$	MW	0,0491	0,0245	0,0172
2	Zapotrzebowanie na energię $Q_{0w}, Q_{1w}, Q_{2w}$	GJ/rok	251,2	125,6	87,9
3	Roczna opłata $O_{rw} = (Q_{0w,1w})O_z + 12(q_{0w,1w})O_m + 12(Ab_{0,1})$	zł/rok	24 227,60	12 113,80	8 479,66
4	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rw} = (Q_{0w} - Q_{1w})O_z + 12(q_{0w} - q_{1w})O_m + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		12 113,80	15 747,94
5	Koszt realizacji usprawnienia $N_w$	zł		600 000,00	840 000,00
6	$SPBT = N_w / \Delta O_{ru}$	lat		49,53	53,34

**Podstawa przyjętych wartości  $N_w$**

Przyjęto ceny na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Wybrany wariant: 1	Koszt : 600 000,00 zł	SPBT= 49,53 lat
--------------------	-----------------------	-----------------

**7.2.10. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej**

Dane:  $Q_{0cw} = 294,8$  GJ/rok  $q_{0cw} = 0,0411$  MW  
 $Q_{1cw} = 210,6$  GJ/rok  $q_{1cw} = 0,0293$  MW

Opis:

Lp.	Opis
wariant 1	Usprawnienie systemu zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową proponuje się przeprowadzić poprzez kompleksową wymianę instalacji centralnej ciepłej wody użytkowej. - system z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy, z pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi.
wariant 2	Brak możliwości technicznych dla realizacji innego wariantu.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	wariant 1	wariant 2
1	Zapotrzebowanie na moc $q_{0cw}$ , $q_{1cw}$ , $q_{2cw}$	MW	0,0411	0,0293	
2	Zapotrzebowanie na energię $Q_{0cw}$ , $Q_{1cw}$ , $Q_{2cw}$	GJ/rok	294,8	210,6	
3	Roczna opłata $O_{rcw} = (Q_{0cw} - Q_{1cw})O_z + 12(q_{0cw} - q_{1cw})O_m + 12(Ab_{0,1})$	zł/rok	25 185,74	17 989,81	
4	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rcw} = (Q_{0cw} - Q_{1cw})O_z + 12(q_{0cw} - q_{1cw})O_m + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		7 195,92	
5	Koszt realizacji usprawnienia $N_w$	zł		263 304,60	
6	SPBT= $N_w / \Delta O_{rcw}$	lat		36,59	

**Podstawa przyjętych wartości  $N_{cw}$**

Przyjęto ceny na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Wybrany wariant: 1	Koszt : 263 304,60 zł	SPBT= 36,59 lat
--------------------	-----------------------	-----------------

<b>7.2.11. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego</b>	<b>Planowane koszty robót, zł</b>	<b>SPBT lata</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Docieplenie SW-DŁDS.	74 720,00	4,00
2	Docieplenie SP-ŁASM.	139 950,00	22,98
3	Docieplenie D-AS.	280 350,00	28,11
4	Docieplenie SZ.	1 212 720,00	23,20
5	Docieplenie SP.	246 400,00	32,84
6	Wymiana okien OK-2,6 na energooszczędne.	1 302 900,00	23,97
7	Wymiana świetlika dachowego SW-3,0 na energooszczędne.	117 000,00	23,01
8	Wymiana drzwi DZ-2,5 na energooszczędne.	119 550,00	61,31
9	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali gimnastycznej i auli.	600 000,00	49,53
10	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.	263 304,60	36,59



7.2.12. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć wg rosnącego SPBT.			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Docieplenie SW-DŁDS.	74 720,00	4,00
2	Docieplenie SP-ŁASM.	139 950,00	22,98
3	Wymiana świetlika dachowego SW-3,0 na energooszczędne.	117 000,00	23,01
4	Docieplenie SZ.	1 212 720,00	23,20
5	Wymiana okien OK-2,6 na energooszczędne.	1 302 900,00	23,97
6	Docieplenie D-AS.	280 350,00	28,11
7	Docieplenie SP.	246 400,00	32,84
8	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.	263 304,60	36,59
9	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali gimnastycznej i auli.	600 000,00	49,53
10	Wymiana drzwi DZ-2,5 na energooszczędne.	119 550,00	61,31

### 7.3.1. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

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

Lp.	Opis	Koszt
wariant 1	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania.	526 609,20
wariant 2	Nie rozpatruje się z powodu braku możliwości technicznych.	

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
			stan ist.	war. 1	war. 2
1	Rodzaj źródła ciepła		miejska sieć ciepłownicza	miejska sieć ciepłownicza	
2	sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g} =$	0,93	0,93	
3	sprawność przesyłu	$\eta_{H,d} =$	0,80	0,90	
4	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e} =$	0,77	0,88	
5	sprawność akumulacji	$\eta_{H,s} =$	1,00	1,00	
6	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	<b>0,57</b>	<b>0,74</b>	
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,85	0,85	
8	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,91	0,91	

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku-po modernizacji war. 1
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy bez obudowy o mocy nominalnej 100 do 300 kW	Bez zmian
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody niezainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	przewody zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	centralna bez regulacji miejscowej	regulacja centralna i miejscowa, zakres P-2 K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	Bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	budynek ogrzewany 5 dni w tygodniu	Bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	czas przerw w ogrzewaniu 12h	Bez zmian

### 7.3.2. Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	wariant 1
1	Rodzaj źródła ciepła		miejska sieć ciepłownicza	miejska sieć ciepłownicza
2	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,4651	0,4651
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	3188,47	3188,47
4	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta_{tot}$	-	<b>0,57</b>	<b>0,74</b>
5	Obniżenie nocne	-	0,91	0,85
6	Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,91
7	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	<b>4305,0</b>	<b>3348,0</b>
8	Roczna opłata zmienna	zł/rok	249 825	194 289
9	Roczna opłata stała	zł/rok	91 511,86	91 511,86
10	Roczny abonament	zł/rok	0,00	0,00
11	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	<b>341 337</b>	<b>285 801</b>
12	Oszczędności	zł/rok		55 536
13	Koszt	zł		526 609,20
14	SPBT	lat		<b>9,48</b>

#### 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												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
1	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2	Docieplenie SW-DŁDS.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
3	Docieplenie SP-ŁASM.	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
4	Wymiana świetlika dachowego SW-3,0 na energooszczędne.	X	X	X	X	X	X	X	X					
5	Docieplenie SZ.	X	X	X	X	X	X	X						
6	Wymiana okien OK-2,6 na energooszczędne.	X	X	X	X	X	X							
7	Docieplenie D-AS.	X	X	X	X	X								
8	Docieplenie SP.	X	X	X	X									
9	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.	X	X	X										
10	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali gimnastycznej i auli.	X	X											
11	Wymiana drzwi DZ-2,5 na energooszczędne.	X												

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

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu, dokumentacji projektowej, nadzoru [zł]	Koszt całkowity [zł]
I	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11	4 883 503,80	200 000	5 083 503,80
II	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	4 763 953,80	200 000	4 963 953,80
III	1+2+3+4+5+6+7+8+9	4 163 953,80	200 000	4 363 953,80
IV	1+2+3+4+5+6+7+8	3 900 649,20	200 000	4 100 649,20
V	1+2+3+4+5+6+7	3 654 249,20	200 000	3 854 249,20
VI	1+2+3+4+5+6	3 373 899,20	200 000	3 573 899,20
VII	1+2+3+4+5	2 070 999,20	200 000	2 270 999,20
VIII	1+2+3+4	858 279,20	200 000	1 058 279,20
IX	1+2+3	741 279,20	200 000	941 279,20
X	1+2	601 329,20	200 000	801 329,20
XI	1	526 609,20	200 000	726 609,20

**7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
warianty	q <sub>co</sub>	Q <sub>co</sub>	η	w <sub>d</sub> *w <sub>t</sub>	$\frac{Q_{co}-w_d*w_t}{\eta}$	Oplata C.O.	q <sub>cwu</sub>	Q <sub>cwu</sub>	Oplata C.W.U.	q <sub>co</sub> + q <sub>cwu</sub>	Q <sub>co</sub> + Q <sub>cwu</sub>	Oplata C.O.+C.W.U.	ΔQ <sub>co+cwu</sub>	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
I	0,2552	1 306,59	0,74	0,63	1 111,0	114 684	0,0293	210,6	17 990	0,2845	1 321,6	132 673,67	2 458,2	186 263,36
II	0,2705	1 437,25	0,74	0,63	1 222,0	124 138	0,0293	210,6	17 990	0,2998	1 432,6	142 127,81	2 347,2	176 809,22
III	0,2867	1 580,97	0,74	0,63	1 344,0	134 411	0,0293	210,6	17 990	0,3161	1 554,6	152 401,06	2 225,2	166 535,97
IV	0,2867	1 580,97	0,74	0,63	1 344,0	134 411	0,0411	210,6	25 186	0,3278	1 554,6	159 596,98	2 225,2	159 340,05
V	0,3040	1 739,07	0,74	0,63	1 478,0	145 572	0,0411	294,8	25 186	0,3450	1 772,8	170 758,21	2 007,0	148 178,82
VI	0,3222	1 912,98	0,74	0,63	1 626,0	157 749	0,0411	294,8	25 186	0,3633	1 920,8	182 934,98	1 859,0	136 002,05
VII	0,3415	2 104,28	0,74	0,63	1 789,0	171 012	0,0411	294,8	25 186	0,3826	2 083,8	196 197,51	1 696,0	122 739,52
VIII	0,3620	2 314,70	0,74	0,63	1 967,0	185 373	0,0411	294,8	25 186	0,4031	2 261,8	210 558,72	1 518,0	108 378,31
IX	0,3837	2 546,17	0,74	0,63	2 164,0	201 079	0,0411	294,8	25 186	0,4248	2 458,8	226 264,42	1 321,0	92 672,61
X	0,4068	2 800,79	0,74	0,63	2 381,0	218 201	0,0411	294,8	25 186	0,4478	2 675,8	243 387,15	1 104,0	75 549,87
XI	0,4651	3 188,47	0,74	0,63	2 710,0	248 777	0,0411	294,8	25 186	0,5062	3 004,8	273 962,69	775,0	44 974,34
0-stan istniejący	0,4651	3 188,47	0,57	0,63	3 485,0	293 751	0,0411	294,8	25 186	0,5062	3 779,8	318 937,03		

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 <b>16%</b>
		zł	zł	%	[zł, %]		[zł]
1	2	3	4	5	6		7
I	WARIANT I	5 083 503,80	186 263,36	65,0%	2 541 751,90	50,00%	813 360,61
II	WARIANT II	4 963 953,80	176 809,22	62,1%	2 481 976,90	50,00%	794 232,61
III	WARIANT III	4 363 953,80	166 535,97	58,9%	2 181 976,90	50,00%	916 430,30
IV	WARIANT IV	4 100 649,20	159 340,05	58,9%	2 050 324,60	50,00%	861 136,33
V	WARIANT V	3 854 249,20	148 178,82	53,1%	1 927 124,60	50,00%	809 392,33
VI	WARIANT VI	3 573 899,20	136 002,05	49,2%	1 786 949,60	50,00%	750 518,83
VII	WARIANT VII	2 270 999,20	122 739,52	44,9%	1 135 499,60	50,00%	476 909,83
VIII	WARIANT VIII	1 058 279,20	108 378,31	40,2%	529 139,60	50,00%	222 238,63
IX	WARIANT IX	941 279,20	92 672,61	34,9%	470 639,60	50,00%	197 668,63
*) 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, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

Lp.	Opis usprawnień
1	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania
2	Docieplenie SW-DŁDS.
3	Docieplenie SP-ŁASM.
4	Wymiana świetlika dachowego SW-3,0 na energooszczędne.
5	Docieplenie SZ.
6	Wymiana okien OK-2,6 na energooszczędne.
7	Docieplenie D-AS.
8	Docieplenie SP.
9	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.
10	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali gimnastycznej i auli.
11	Wymiana drzwi DZ-2,5 na energooszczędne.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 65,0% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 0,00 zł, co spełnia oczekiwania inwestora;

## 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodern. przewidzianego do realizacji

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Docieplenie SW-DŁDS - stropodachu wentylowanego nad skrzydłem dydaktycznym oraz stropodachu wentylowanego nad łącznikiem łączącym skrzydło dydaktyczne i salę gimnastyczną poprzez wdmuchnięcie granulowanej wełny celulozowej o gr. 25 cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,039 \text{ W/(m K)}$  lub niższym.
2. Docieplenie SP-ŁASM - stropodachu pełnego nad łącznikiem łączącym aulę i salę gimnastyczną oraz część nad częścią mieszkalną poprzez montaż warstwy wełny o gr. 25 cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,039 \text{ W/(m K)}$  lub niższym.
3. Docieplenie D-AS - dachu nad aulą i salą gimnastyczną poprzez montaż warstwy wełny o gr. 25 cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,039 \text{ W/(m K)}$  lub niższym.
4. Docieplenie ścian zewnętrznych - SZ od zewnątrz przy pomocy styropianu o gr. 15cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$  lub niższym. **W związku z brakiem innych możliwości technicznych na jednej ścianie pomieszczenia auli tj. ścianie o długości 10,5m, bez otworów okiennych i drzwiowych należy zastosować docieplenie od wewnątrz. Do docieplenia należy zastosować mineralne płyty izolacyjne np. Multipor o gr. 18cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}$  lub niższym.**
5. Docieplenie ścian zewnętrznych piwnicznych przy gruncie - SP od zewnątrz przy pomocy polistyrenu ekstrudowanego o gr. 15cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$  lub niższym. W ramach usprawnienia należy wykonać izolację przeciwwilgociową.
6. Wymiana okien OK-2,6 na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  lub niższym.
7. Wymiana świetlika dachowego SW-3,0 na nowy o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  lub niższym.
8. Wymiana drzwi zewnętrznych DZ-2,5 na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  lub niższym.
9. Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła (o sprawności odzysku ciepła co najmniej 50%) w sali gimnastycznej i auli.
10. Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej. Demontaż istniejącej instalacji ciepłej wody użytkowej. Montaż instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej zawierającej: centralne podgrzewanie wody - systemy z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy, pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi.
11. Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania. Demontaż istniejącej instalacji wraz z grzejnikami. Montaż nowych grzejników, nowych rur, zaworów regulacyjnych podpionowych, zaworów termostatycznych i powrotnych przy grzejnikach, odpowietrzników na pionach, izolacji na przewodach w pomieszczeniach nieogrzewanych, regulacja hydrauliczna instalacji centralnego ogrzewania.

Prace dodatkowe dotyczące instalacji elektrycznej - ujęte w załączniku do audytu:

**Zał. Nr 8. Wymiana instalacji oświetleniowej - 658.261,50 zł brutto**

**Zał. Nr 9. Montaż paneli fotowoltaicznych - ok. 40kW - 285.600,00 zł brutto**

### 8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m <sup>2</sup> / szt.	zł/m <sup>2</sup> , zł/szt.	zł brutto
1	Docieplenie SW-DŁDS.	934,00	80,00	74 720,00
2	Docieplenie SP-ŁASM.	311,00	450,00	139 950,00
3	Docieplenie D-AS.	623,00	450,00	280 350,00
4	Docieplenie SZ.	2021,20	600,00	1 212 720,00
5	Docieplenie SP.	308,00	800,00	246 400,00
6	Wymiana okien OK-2,6 na energooszczędne.	868,60	1500,00	1 302 900,00
7	Wymiana świetlika dachowego SW-3,0 na energooszczędne.	78,00	1500,00	117 000,00
8	Wymiana drzwi DZ-2,5 na energooszczędne.	39,85	3000,00	119 550,00
9	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali gimnastycznej i auli.	kpl.	-	600 000,00
10	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.	kpl.	-	263 304,60
11	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania.	kpl.	-	526 609,20
12	Koszt audytu, dokumentacji projektowej, nadzoru	kpl.	-	200 000,00
			<b>SUMA</b>	<b>5 083 503,80</b>

### 8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:  
Czas zwrotu nakładów SPBT

**5 083 503,80 zł**  
**27,29**

### 8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)



## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

- Załącznik 1 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 2 Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby ciepłej wody użytkowej
- Załącznik 3 Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie
- Załącznik 4 Dokumentacja fotograficzna
- Załącznik 5 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie stan istniejący i po termomodernizacji Audytor OZC 6.6
- Załącznik 6 Ceny energii cieplnej
- Załącznik 7 Efekt ekologiczny dla termomodernizacji
- Załącznik 8 Ocena ekonomiczna przedsięwzięcia prowadząca do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną w wyniku wymiany instalacji oświetleniowej
- Załącznik 9 Ocena ekonomiczna przedsięwzięcia prowadząca do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną w wyniku montażu instalacji fotowoltaicznej
- Załącznik 10 Efekt ekologiczny dla wymiany instalacji oświetleniowej i montażu instalacji fotowoltaicznej

**Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego**

**Załącznik nr 1**

**1.1. Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430/AZ3:2000**

<b>pomieszczenie</b>	<i>ilość pomieszczeń // kubatura m<sup>3</sup> // ilość osób</i>	<i>strumień powietrza wg. normy w m<sup>3</sup>/h // wymiana/h</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m<sup>3</sup>/s</i>
pomieszczenia użytkowe	800	20	16 000
<b>ŁĄCZNIE V<sub>o</sub></b>			<b>16 120</b>

Współczynniki korekcyjne

c <sub>r</sub>	1,0
c <sub>w</sub>	1,0
c <sub>m</sub>	1,0

$$c_r * c_w * V_{nom} = 16\,120,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok] przyjmuje się 1 wym/h:

$$c_r * c_w * V_{nom} = 16\,130 \text{ m}^3/\text{h}$$

**1.2. Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-EN 12831**

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{inf,i}, \dot{V}_{min,i}), \text{ m}^3/\text{h}$$

Wg PN-EN 12831 minimalna krotność powietrza na godzinę dla pomieszczeń biurowych

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot V_i, \text{ m}^3/\text{h}$$

n <sub>min</sub>	1	h <sup>-1</sup>
V <sub>i</sub>	16 130	m <sup>3</sup> /h
V <sub>min</sub>	16 130	m <sup>3</sup> /h

Wg PN-EN 12831 strumień powietrza na drodze infiltracji

$$\dot{V}_{inf,i} = V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i, \text{ m}^3/\text{h}$$

V <sub>i</sub>	16 130	m <sup>3</sup> /h
Średni stopień obudowy budynku n <sub>50</sub>	4	h <sup>-1</sup>
Współczynnik osłonięcia e	0,02	
Współcz. poprawkowy ze względu na wysokość ε	1,07	
V <sub>inf</sub>	1 376	m <sup>3</sup> /h
V <sub>min</sub> > V <sub>inf</sub>		

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$$V_{obl} = c_m * \Psi = 16\,130 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Załącznik nr 2

### Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji WARIANT 1
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody $c_w$	kJ/kg*K	4,19	4,19
gęstość wody $\rho_w$	kg/dm <sup>3</sup>	1,0	1,0
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę $V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·dzień)	0,80	0,80
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej $k_r$	-	0,55	0,55
obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej na zaworze czerpalnym $\theta_w$	°C	55	55
obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	°C	10	10
liczba dni w roku $t_r$	dość	365	365
powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza $A_f$	m <sup>2</sup>	4429,41	4429,41
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_r \cdot t_r / 3600$	kWh/rok	37 257,7	37 257,7
Rodzaj źródła ciepła		centralna instalacja cwu	centralna instalacja cwu
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,91	0,91
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,50	0,70
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,46	0,64
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	<b>81 884,9</b>	<b>58 489,2</b>
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	<b>294,8</b>	<b>210,6</b>

### 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)
Jed.odniesienia - ilość osób $L$	os	800	800
Jed.dobowe zużycie ciepłej wody $V_{cw}$	dm <sup>3</sup>	8,0	8,0
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,356	0,356
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiórki c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	1,824	1,824
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_r / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,228	0,163
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\dot{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	41,1	29,3
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	<b>22,5</b>	<b>16,1</b>

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych  
wariantów termomodernizacyjnych  
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
I	0,2552	1306,59
II	0,2705	1437,25
III	0,2867	1580,97
IV	0,2867	1580,97
V	0,3040	1739,07
VI	0,3222	1912,98
VII	0,3415	2104,28
VIII	0,3620	2314,70
IX	0,3837	2546,17
X	0,4068	2800,79
XI	0,4651	3188,47
stan istniejący	0,4651	3188,47



Załącznik nr 5a

Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie stan istniejący Audytor OZC 6.6

Nazwa projektu:	Audyt energetyczny		
	stan istniejący		
Miejscowość:	Bydgoszcz		
Adres:	ul. Gajowa 98		
Projektant:	mgr inż. Roman Szczygieł		
Data obliczeń:	Wtorek 27 Lipca 2021 12:50		
Data utworzenia projektu:	Wtorek 27 Lipca 2021 12:50		
Plik danych:	C:\Users\User\Documents\2021\Sprawy\Projecta		
Normy:			
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946		
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006		
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790		
Dane klimatyczne:			
Strefa klimatyczna:	STREFA II		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-18	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m <sup>3</sup> ·K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/ (m ·K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	4429,4	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	16129,7	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	256729	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	208396	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	465125	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	465125	W	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	18952,4	m <sup>3</sup> /h	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	3188,47	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	885687	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	4429,41	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	16129,7	m <sup>3</sup>	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	719,8	MJ/ (m <sup>2</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	200,0	kWh/ (m <sup>2</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	197,7	MJ/ (m <sup>3</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	54,9	kWh/ (m <sup>3</sup> ·rok)	

Załącznik nr 5b

Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie po termomodernizacji Audytor OZC 6.6

Nazwa projektu:	Audyt energetyczny		
	po modernizacji		
Miejscowość:	Bydgoszcz		
Adres:	ul. Gajowa 98		
Projektant:	mgr inż. Roman Szczygieł		
Data obliczeń:	Wtorek 27 Lipca 2021 12:54		
Data utworzenia projektu:	Wtorek 27 Lipca 2021 12:54		
Plik danych:	C:\Users\User\Documents\2021\Sprawy\Projecta		
Normy:			
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946		
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006		
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790		
Dane klimatyczne:			
Strefa klimatyczna:	STREFA II		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-18	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m <sup>3</sup> ·K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/ (m ·K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	4429,4	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	16129,7	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	66840	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	188366	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	255206	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	255206	W	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	17402,1	m <sup>3</sup> /h	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	1306,59	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	362941	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	4429,41	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	16129,7	m <sup>3</sup>	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	295,0	MJ/ (m <sup>2</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	81,9	kWh/ (m <sup>2</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	81,0	MJ/ (m <sup>3</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	22,5	kWh/ (m <sup>3</sup> ·rok)	

**Ceny energii cieplnej - miejska sieć ciepłownicza**

**Załącznik nr 6**

**Wg taryfy: KPEC Bydgoszcz, grupa taryfowa G-1.1.Bk**

Lp.		Cena zł netto	Jedn.
1	Cena ciepła (netto)	33,36	zł/GJ
2	Stawka opłaty zmiennej za usługi przesyłowe (netto)	13,82	zł/GJ
3	Cena za zamówioną moc cieplną (netto)	9308,69	zł/MWm-c
4	Stawka opłaty stałej za usługi przesyłowe (netto)	4021,04	zł/MWm-c

**Obliczenie kosztów energii cieplnej w roku standardowym:**

Stawka opłaty zmiennej	Kzm =	58,03	zł brutto/GJ
Stawka opłaty stałej	Kst =	16 395,57	zł brutto/MWm-c



**Zal. 7. Efekt ekologiczny - obliczenia wielkości redukcji emisji dla termomodernizacji**

Zużycie energii cieplnej: miejska sieć ciepłownicza - węgiel kamienny	Przed modernizacją	GJ/rok	3 779,8	
Zużycie energii cieplnej: miejska sieć ciepłownicza - węgiel kamienny	Po modernizacji	GJ/rok	1 321,6	

budynek/źródło energii	Przed modernizacją	Po modernizacji	Redukcja CO <sub>2</sub>	
	Ciepłownie	Ciepłownie		
	kg CO <sub>2</sub> /rok	kg CO <sub>2</sub> /rok	kg CO <sub>2</sub> /rok	%
1	2	3	4	5
Przyjęta do obliczeń tabela wg KOBIZE	tabela 3	tabela 3	303 751	65,0%
Wartość opałowa (WO) MJ/m <sup>3</sup> , MJ/kg	-	-		
Roczne zużycie paliwa m <sup>3</sup> /rok, kg/rok	-	-		
Roczne zużycie energii GJ/rok	3 779,79	1 321,56		
Wsp. nakł. nieodnawialnej en. pierwotnej	1,30	1,30		
Roczne zużycie energii pierwotnej GJ/rok	4 913,72	1 718,03		
Wskaźnik emisji (WE) CO <sub>2</sub> kg/GJ	95,05	95,05		
emisja CO <sub>2</sub> kg/rok	467 049	163 299		

budynek/źródło energii	Przed modernizacją	Po modernizacji	Redukcja PM10	
	Ciepłownie	Ciepłownie		
	kg PM10/rok	kg PM10/rok	kg PM10/rok	%
1	2	3	4	5
Przyjęta do obliczeń tabela wg EMEP/EEA	Uwagi dodatk.	Uwagi dodatk.	0,000	-
Roczne zużycie energii GJ/rok	3 779,79	1 321,56		
Wskaźnik emisji (WE) PM10 kg/GJ	0,000	0,000		
emisja PM10 kg/rok	0,000	0,000		

Załącznik nr 8 - Ocena ekonomiczna przedsięwzięcia prowadząca do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną w wyniku wymiany instalacji oświetleniowej				
Lp.	Obliczenia zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Całkowita użyteczna powierzchnia podłogi A	m <sup>2</sup>	4 388,41	4 388,41
2	Skuteczność źródła światła	lm/W	55,5	100,0
3	Moc jednostkowa opraw oświetlenia Q	W/m <sup>2</sup>	15,0	8,3
4	Moc wszystkich zainstalowanych opraw oświetleniowych Pn=A*Q	W	65 826	36 534
5	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego Fc=(1+MF)/2	-	1,00	1,00
6	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia t <sub>D</sub> skorygowane	h	540	540
7	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy t <sub>N</sub> skorygowane	h	60	60
8	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy w zależności od typu budynku i rodzaju regulacji F <sub>O</sub>	-	1,00	1,00
9	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu w zależności od typu budynku i rodzaju regulacji F <sub>D</sub>	-	1,00	1,00
10	Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia w zależności od sposobu regulacji MF	-	1,00	1,00
11	Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI	kWh/m <sup>2</sup> rok	9,00	5,00
12	Energia zużywana przez świecące źródła światła W <sub>L,t</sub>	kWh/rok	39 496	21 920
Lp.	Ocena proponowanego przedsięwzięcia	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Wskaźnikowa cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		150,00
2	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		658 261,50
3	Stawka opłaty zmiennej energii elektrycznej O <sub>z</sub>	zł/kWh	0,4842	0,4842
4	Roczna opłata zmienna	zł/rok	19 123,42	10 613,50
5	Roczna oszczędność energii E	kWh/rok		17 576
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O = E * O_z$	zł/rok		8 510
7	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		77,35
Optymalny wariant:		Koszt :		658 261,50 zł
		SPBT=		77,35

**Załącznik nr 9 - Ocena ekonomiczna przedsięwzięcia prowadząca do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną w wyniku zastosowania paneli fotowoltaicznych**

Lp.	Dobór ilości paneli fotowoltaicznych	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Roczne promieniowanie słoneczne $E_{sol}$ - S_45	kWh/(m <sup>2</sup> rok)		1000,00
2	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.		120
3	Pole powierzchni jednego modułu pv	m <sup>2</sup>		1,65
4	Całkowite pole powierzchni modułów pv	m <sup>2</sup>		198,0
5	Moc jednostkowa jednego modułu pv	kW		0,340
6	Moc elektryczna systemu fotowoltaicznego (wyrażona w kilowatopikach) $P_{pk}$	kWp		40,8
7	Współczynnik wydajności systemu $f_{perf}$	-		0,80
8	Referencyjne natężenie promieniowania słonecznego $I_{ref}$	kW/m <sup>2</sup>		1,00
9	Energia elektryczna produkowana przez system fotowoltaiczny $E_{el,pv out}$ $= (E_{sol} * P_{pk} * f_{perf}) / I_{ref}$	kWh/rok		32 640
10	Cena jednostkowa usprawnienia	zł brutto/kWp		7000,00
11	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		285 600,00
Lp.	Ocena proponowanego przedsięwzięcia	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Stawka opłaty zmiennej energii elektrycznej $O_z$	zł/kWh	0,4842	0,4842
2	Roczna opłata zmienna	zł/rok	15 804	0
3	Roczna oszczędność energii $E_{el,pv out}$	kWh/rok	-	32 640
4	Roczne koszty energii elektrycznej zmienne	zł/rok	19 193	0
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$	zł/rok	-	19 193
6	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata	-	14,88
<b>Optymalny wariant:</b>				
<b>Koszt :</b>		<b>285 600,00 zł</b>		<b>SPBT= 14,88</b>

**Zal. 10. Efekt ekologiczny - obliczenia wielkości redukcji emisji dla wymiany instalacji oświetleniowej i montażu instalacji fotowoltaicznej**

Zużycie energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej - przed modernizacją w 2019r.	kWh/rok	58 281
Redukcja zapotrzebowania po wymianie instalacji oświetleniowej	kWh/rok	17 576
Redukcja zapotrzebowania po montażu instalacji fotowoltaicznej	kWh/rok	32 640
Zużycie energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej - po modernizacji	kWh/rok	8 065

budynek/źródło energii	Przed modernizacją	Po modernizacji	Redukcja CO <sub>2</sub>	
	en. elektryczna	en. elektryczna	kg CO <sub>2</sub> /rok	%
	kg CO <sub>2</sub> /rok	kg CO <sub>2</sub> /rok		
1	2	3	4	5
Przyjęta do obliczeń tabela wg KOBIZE	komunikat	komunikat	36 105	86,16%
Wartość opałowa (WO) MJ/m <sup>3</sup> , MJ/kg	-	-		
Roczne zużycie paliwa m <sup>3</sup> /rok, kg/rok	-	-		
Roczne zużycie energii MWh/rok	58,28	8,07		
Wsp. nakł. nieodnawialnej en. pierwotnej	-	-		
Roczne zużycie energii pierwotnej GJ/rok	-	-		
Wskaźnik emisji (WE) CO <sub>2</sub> kg/MWh	719,00	719,00		
emisja CO <sub>2</sub> kg/rok	41 904	5 799		

budynek/źródło energii	Przed modernizacją	Po modernizacji	Redukcja PM10	
	en. elektryczna	en. elektryczna	kg PM10/rok	%
	kg PM10/rok	kg PM10/rok		
1	2	3	4	5
Przyjęta do obliczeń tabela wg KOBIZE 2019	komunikat	komunikat	1,456	86,16%
Roczne zużycie energii MWh/rok	58,28	8,07		
Wskaźnik emisji (WE) PM10 kg/MWh	0,029	0,029		
emisja PM10 kg/rok	1,690	0,234		