



Regionalna Agencja  
Poszanowania Energii

## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



**Budynek użyteczności publicznej**

Adres budynku	ulica: Szkolna 4 kod: 95-063 miejscowość Rogów gmina: Rogów powiat: brzeziński województwo: łódzkie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Piotr Szewczyk tytuł zawodowy: mgr inż.

**TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU**

<b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Budynek użyteczności publicznej	<b>1.2. Rok budowy</b>	brak danych
<b>1.3. Inwestor</b>  (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	<b>Gmina Rogów</b>  ul. <b>Żeromskiego 23</b> kod <b>95-063 Rogów</b> tel. PESEL	<b>1.4. Adres budynku</b>  <b>Budynek użyteczności publicznej</b> ul. <b>Szkolna 4</b> kod <b>95-063 Rogów</b> powiat <b>brzeziński</b> woj. <b>łódzkie</b>	
<b>2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt</b>			
Regionalna Agencja Poszanowania Energii Sp. z o.o. REGON: 367253337 NIP 725-220-01-04 ul. Pomorska 77, 90-224 Łódź		 Regionalna Agencja Poszanowania Energii	
<b>3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>			
mgr inż Piotr Szewczyk, 68090105179, 92-780 Łódź, ul. Grabińska 8a KAPE 0098			
<i>podpis</i>			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis</b>			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	mgr inż. Piotr Szewczyk	całość opracowania	
2			
3			
4			
<b>5. Miejscowość</b>	Łódź	<b>Data wykonania opracowania</b>	12.07.2017
<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		12
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		14
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		15
8.	Opis wariantu optymalnego		35

<b>TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)</b>			
<b>1. Dane ogólne</b>			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	murowana/ tradycyjna	murowana/ tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	3 243	3 243
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	3 685	3 685
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	3 243	3 243
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	350	350
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Centralnie w podgrzewaczu pojemnościowym, do którego czynnik grzewczy doprowadzany jest z kotłów olejowych	Centralnie w podgrzewaczu pojemnościowym, do którego czynnik grzewczy doprowadzany jest z pomp ciepła i kotłów kondensacyjnych
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Wodne, grzejnikowe z rozdziałem dolnym, kotłownia olejowa	Wodne niskotemperaturowe grzejnikowe, pompy ciepła absorpcyjne gazowe+kotły kondensacyjne
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,51	0,51
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane<sup>1)</sup></b>		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
<b>[W/m<sup>2</sup>K]</b>			
1.	Ściany zewnętrzne	0,325;0,411	0,161;0,180
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,232; 0,237;0,194	0,232; 0,237;0,194
3.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,293; 0,396	0,293; 0,396
4.	Strop nad piwnicą	-	-
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,90; 2,20	0,900
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,000	1,300
7.	Inne:	-	-
<b>3. Sprawności składowe systemu ogrzewania<sup>2)</sup></b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,88	1,27
2.	Sprawność przesyłania [-]	0,97	0,98
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,93
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,85
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,88	0,88
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,88	1,20
2.	Sprawność przesyłu[-]	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,80	0,85
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji<sup>3)</sup></b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	10 953	10 953
4.	Liczba wymian [l/h]	0,85	0,85
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego <sup>4)</sup> [kW]	248,9	219,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu <sup>5)</sup> [kW]	139,8	96,5
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu <sup>4)</sup> [GJ/rok]	1229,3	998,0
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1224,1	758,8
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu <sup>5)</sup> [GJ/rok]	149,6	103,3
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	bd	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	bd	-
*) dla budynku o mieszalnej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku			

8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu <b>[kWh/m<sup>2</sup>rok]</b>	105,3	85,5
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu <b>[kWh/m<sup>2</sup>rok]</b>	104,9	65,0
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0%	16,1%
<b>6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) <sup>6)</sup></b>			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	104,47	89,54
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0,00	0,00
3.	Opłata za podgrzanie 1 m <sup>3</sup> wody użytkowej **) [zł]	-	-
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	-	-
6.	Inne - opłata abonamentowa miesięczna	-	-
7.	Inne -	-	-
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł]	1 338 636	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	37,2%
Planowane koszty całkowite	1 487 373	Premia termomodernizacyjna	132 630
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	66 315		

\*\*) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

\*\*\*) opłata stała związana z dystrybucją i przesyłem energii

- 1) Obliczenie współczynników przenikania ciepła poszczególnych przegród przed i po termomodernizacji - załącznik 2
- 2) Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności systemu ogrzewania podano w pkt.7.3
- 3) Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 3
- 4) Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku zamieszczone w załączniku 5
- 5) Obliczenie mocy cieplnej i zużycia ciepła na przygotowanie cwu zamieszczono w załączniku 4
- 6) Wyliczenie opłat jednostkowych zamieszczono w załączniku 1

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

#### 3.1. Dokumentacja projektowa:

- Wizja lokalna z udziałem przedstawiciela Użytkownika.
- Inwentaryzacja fotograficzna.
- Istniejąca dokumentacja archiwalna
- Obmiary własne wykonane na potrzeby audytu energetycznego.

#### 3.2. Inne dokumenty

##### Normy i rozporządzenia:

- Ustawa z dnia 21.11.2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. 223, poz 1459)
- Ustawą z dnia 29 sierpnia 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. z 2014 poz. 1200 z późn. zm.)
- Ustawa o odnawialnych źródłach energii z dnia 20 lutego 2015r. (Dz.U. z 2015r. poz. 478)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 października 2015 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonywanie weryfikacji audytów (Dz.U. nr 43. poz. 347)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 października 2015 r zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie ((Dz.U. nr 75. poz. 690 z późn. zm) w wersji obowiązującej od 2021r. (od 1 stycznia 2019r.-w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością). 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

Dyrekcja placówki

#### 3.4. Data wizji lokalnej

lipiec 2017

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej lub innych dostępnych źródłach finansowania.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
  - ocieplenie ścian zewnętrznych,
  - wymiana stolarki okiennej i drzwiowej
  - modernizacja systemu grzewczego i przygotowania c.w.u.
  -

#### 3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	brak danych
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	250 000,00

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

##### 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Własność</b>	Skarb Państwa		spółdzielcza	komunalna	<b>X</b>
<b>Przeznaczenie budynku</b>	mieszkalny		szkolny	<b>X</b>	inny
<b>Adres</b>	Szkolna 4		95-063	Rogów	
<b>Budynek</b>	wolnostojący	<b>X</b>		segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak			blok mieszkalny, wielorodzinny	
<b>Rok budowy</b>	lata 30 te XX w i 2000 r.		<b>Rok zasiedlenia</b>		lata 30 te XX w i 2000 r.
Technologia budynku	UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73 RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67 OWT-75 "Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit <b>X</b> tradycyjna ramowa
szkieletowa	inna, jaka:				
1	Powierzchnia zabudowana [m <sup>2</sup> ]	2295,8	10	Budynek podpiwniczony	nie
2	Kubatura budynku [m <sup>3</sup> ]	15778,2	11	Liczba klatek schodowych	2
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii [m <sup>3</sup> ]	12888,6	12	Liczba kondygnacji	2
4	Powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]	2783,0	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,3; 7,5
5	Powierzchnia korytarzy +klatek [m <sup>2</sup> ]	0,0	14	Liczba użytkowników	350
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m <sup>2</sup> ]	460,0			
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m <sup>2</sup> ]	0,0	15	Liczba mieszkań	0
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m <sup>2</sup> ]	0,0	16	Liczba mieszkań z WC w łazience	0
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8] [m <sup>2</sup> ]	3243	17	Liczba mieszkań z WC osobno	0

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

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

##### 4b. Uproszczona dokumentacja techniczna w załącznikach

#### 4.b. Szkic budynku







#### 4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Obiekt składa się z dwóch części:

Część starsza, poddana kompleksowej termomodernizacji

Część nowsza wybudowana w 2000 r.

Obydwa budynki połączone są ze sobą funkcjonalnie i stanowią jedną część funkcjonalno użytkową. Ściany zewnętrzne części starszej murowane z cegły ceramicznej pełnej ocieplone metodą lekką mokrą, płytami styropianowymi o grubości 10 cm, dach ocieplony został 12 cm warstwą płyt styropianowych, podłoga na gruncie ocieplna 4 cm płytami styropianowymi grubości .

Ściany budynku nowego warstwowe z cegły kratówki z izolacją z płyt styropianowych.

Stolarka okienna drewniana i PCV w szybach zespolonymi. Drzwi wejściowe z profili aluminiowych szklonych szybami zespolonymi, drzwi wejściowe do pomieszczenia kotłowni stalowe z górnym naświetlem

Charakterystyka wszystkich przegród budowlanych z opisem poszczególnych warstw zawarta jest w wydrukach z programu Audytor przedstawionych w załącznikach do audytu.

#### Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	OPIS	U	U <sub>max</sub>
		W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K
1	Podłoga na gruncie 44,3 cm	0,396	0,300
2	Dach 15,1 cm	0,343	0,150
3	Drzwi wewnętrzne	2,000	-
4	Drzwi zewnętrzne	2,000	1,300
5	Okno zewnętrzne	2,200	0,900
6	Okno zewnętrzne	1,900	0,900
7	Podłoga na gruncie 48,3 cm	0,293	0,300
8	Dach 82,0 cm	0,232	-
9	Dach 15,5 cm	0,237	0,150
10	Strop ciepło do góry 30,0 cm	0,211	-
11	Stropodach niewentylowany 44,9 cm	0,194	0,150
12	Ściana wewnętrzna 28,0 cm	1,610	-
13	Ściana zewnętrzna 63,0 cm	0,325	0,200
14	Ściana zewnętrzna 36,0 cm	0,411	0,200
15	Okna zewnętrzne w dachu	1,700	-

#### 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu ( $q_{\text{śr}}$ )	[kW]	-
3.	Zapotrzebowania na moc cieplną na co	[kW]	248,9
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	62,66
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 229,3
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 224,1
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło bez uwzględnienia sprawności systemu przygotowania c.w.u.	[GJ]	84,3
8.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło z uwzględnieniem sprawności systemu przygotowania c.w.u.	[GJ]	149,6
9.	Opłata za energię	zł/GJ	104,47
10.	Opłata za moc zamówioną	zł/MW-m-c	0,00
9.	Opłata za energię elektryczną	zł/GJ	0,00
10.	Opłata za moc zamówioną za energię elektryczną	zł/MW-m-c	0,00

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Instalacja centralnego ogrzewania grzejnikowa, dwururowa, pompowa z rozdziałem dolnym, źródłem ciepła jest kotłownia olejowa. Instalacja pracująca w układzie zamkniętym.

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	centralne pompowe, dwururowe z rozdziałem dolnym
2.	Parametry pracy instalacji	90/70
3.	Przewody w instalacji	stalowe
4.	Rodzaje grzejników	stalowe płytowe lub żeliwne członowe
5.	Ostonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostatyczne	tak
7.	Zabezpieczenie	przeponowe naczynie wzbiorcze w kotłowni i membranowe zawory bezpieczeństwa
8.	Odpowietrzenie	miejscowe
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	6/12
10.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Modernizacja instalacji i źródła ciepła

**Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji**

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
			stan obecny lekki olej opałowy
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,88
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,97
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e$	0,88
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	0,751
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$W_t$	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$W_d$	0,88

#### 4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana jest centralnie w podgrzewaczu pojemnościowym WCW 300 o pojemności 300 l (POMEX) z węzownicą wodną, do której czynnik grzewczy doprowadzony jest z kotłów olejowych
2.	Piony i ich izolacja	rury stalowe ocynkowane łączone złączkami gwintowanymi
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	nie
4.	Zbiornik akumulacyjny	tak (podgrzewacz pojemnościowy)

#### 4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Kotłownia zlokalizowana jest w wydzielonym pomieszczeniu w nowej części obiektu, w kotłowni zamontowane są dw kotły niskotemperaturowe T-KS firmy TORUS (rok prod. 1998 i 1999) o mocy 200 i 130 kW, instalacja podzielona jest na obwody grzewcze (szkoła podstawowa, gimnazjum, sala gimnastyczna i nagrzewnice w sali gimnastycznej) i jeden przygotowania c.w.u.pompy obiegowe trzystopniowe Grundfos UPS. instalacja zabezpieczona jest przeponowym naczyniem wzbiorczym. Układ sterowania realizuje jedynie funkcję regulacji temperatury wody zasilającej instalację. Spaliny odprowadzane są dwuprzewodowym kominem murowanym z wkładami stalowymi.

#### 4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	10 953

#### 4.i. Charakterystyka instalacji elektrycznej

Nie dotyczy.

#### 4.j. Charakterystyka instalacji gazowej

Nie dotyczy.

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	R [m <sup>2</sup> *K/W]	
	istniejące	wymagane na rok 2021	
Ściana zewnętrzna części starszej	0,325	3,078	5,000
Ściana zewnętrzna części nowszej	0,411	2,431	5,000
Dach część starsza	0,343	2,915	6,667
Stropodach część nowsza	0,232	4,319	6,667
Dach część nowsza sala gimnastyczna	0,237	4,222	6,667

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od wymagań WT2021.

### 5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	
	istniejące	wymagane na rok 2021
Okno drewniane	2,20	0,9
Okno PCV	1,90	0,9
Drzwi	2,00	1,3

Wskazana jest wymiana stolarki okiennej i drzwiowej na nową o parametrach zgodnych z WT 2021 r.

### 5.3 System grzewczy

Istniejący system grzewczy nie odpowiada standardom obecnie obowiązującym, zastosowana automatyka jedynie w stopniu podstawowym jest w stanie zapewnić optymalne parametry czynnika grzewczego. Proponuje się wymianę istniejącego źródła ciepła na nowe oraz instalacji grzewczej (wymiana przewodów i grzejników) w celu dostosowania do zmienionych parametrów pracy instalacji po jej modernizacji.

### 5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

System przygotowania c.w.u. działa prawidłowo.

### 5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltrowane do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Wentylacja pracuje prawidłowo, nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania budynku. W przypadku wymiany istniejącej stolarki okiennej na nową należy wyposażyć ją w nawiewniki zgodnie z obowiązującymi przepisami.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
	<b><u>Przegrody zewnętrzne</u></b>	
1	Przegrody zewnętrzne nie spełniają WT2021.	Ocieplenie ścian zewnętrznych
	<b><u>Okna</u></b>	
2	Okna drewniane i PCV zamontowane ponad 17 lat temu	Wymiana okien na nowe spełniające wymagania WT 2021
	<b><u>Drzwi zewnętrzne</u></b>	
3	Drzwi zewnętrzne zamontowane ponad 17 lat temu	Wymiana drzwi na nowe spełniające wymagania WT 2021
	<b><u>Wentylacja grawitacyjna.</u></b>	
4	Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Wentylacja pracuje prawidłowo, nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania budynku. W przypadku wymiany istniejącej stolarki okiennej na nową należy wyposażyć ją w nawiewniki zgodnie z obowiązującymi przepisami.	W oknach wymienianych zamontować nawiewniki
	<b><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></b>	
5	System przygotowania c.w.u. działa prawidłowo.	Związane z wymianą źródła ciepła
	<b><u>System grzewczy</u></b>	
6	Istniejący system grzewczy nie odpowiada standardom obecnie obowiązującym, zastosowana automatyka jedynie w stopniu podstawowym jest w stanie zapewnić optymalne parametry czynnika grzewczego. Proponuje się wymianę istniejącego źródła ciepła na nowe oraz instalacji grzewczej (wymiana przewodów i grzejników) w celu dostosowania do zmienionych parametrów pracy instalacji po jej modernizacji.	Wymiana instalacji na nową niskotemperaturową, montaż nowego źródła ciepła oraz wyposażenie w układ automatycznej regulacji pogodowo-czasowej.

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

<b>L.p.</b>	<b>Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć</b>	<b>Sposób realizacji</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1.	Poprawa izolacyjności cieplnej przegród i szczelności starych okien, wrót i drzwi zewnętrznych.	Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem metodą lekką mokrą z tynkiem cienkowarstwowym. Wymiana okien i drzwi na nowe spełniające wymagania WT 2021
2.	Poprawa systemu przygotowania c.w.u.	Związane z wymianą źródła ciepła
3.	Poprawa sprawności systemu grzewczego	Wymiana instalacji na nową niskotemperaturową, montaż nowego źródła ciepła oraz wyposażenie w układ automatycznej regulacji pogodowo-czasowej.

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem metodą lekką moką z tynkiem cienkowarstwowym.
		Wymiana okien i drzwi na nowe spełniające wymagania WT 2021
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Związane z wymianą źródła ciepła



## 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	jedn.
$t_{wo}$		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{wo}$ klatka schodowa, piwnice, poddasze		8,0	8,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d^*$	dla przegród zewnętrznych	3 696,4	3 696,4	dzień·K·a
$S_d^*$	dla przegród zewnętrznych klatki schodowej, piwnic, poddasza	1 236,0	1 236,0	dzień·K·a
$O_{0z}, O_{lz}$		104,47	104,47	zł/GJ
$O_{0m}, O_{lm}$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)

Ceny z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzania audytu. Wyliczenie opłat w załączniku 1.

**Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania**

Dane:  $Q_{ocw} = 84,27$  GJ       $q_{ocw} = 0,0627$  MW

**Opis:**

Modernizacja systemu przygotowania c.w.u. polegająca na wymianie źródła ciepła, zastosowaniu automatycznych termostatycznych zaworów cyrkulacyjnych. Nowym źródłem ciepła będą gazowe absorpcyjne pompy ciepła wspomagane pracą kondensacyjnych kotłów gazowych. W kosztach przyjęto tylko elementy związane z produkcją c.w.u. (podgrzewacz pojemnościowy, pompy i armatura)

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po
1	Średnia moc cwu	MW	0,0627	0,0432
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	149,6	103,3
3	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/a	15 631	9248
4	Różnica	zł/a		6383,70
5	Koszt	zł		53000,0
6	SPBT	lat		8,30

Podstawa przyjętych wartości  $N_{cu}$       Wycena własna

<b>KOSZT</b>	<b>53 000 zł</b>	<b>SPBT</b>	<b>8,30 lat</b>
--------------	------------------	-------------	-----------------

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien zewnętrznych					Przedsięwzięcie	
					Wymiana okien drewnianych	
Dane:						
powierzchnia okien		$A_{ok} = 146,77 \text{ m}^2$				
powierzchnia drzwi		$A_{drz} = 0,00 \text{ m}^2$				
		$V_{nom} = \Psi = 4\,655,0 \text{ m}^3/\text{h}$			$V_{obl} = \Psi * C_m$	
		$C_w = 1,0$				
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien i drzwi na nowe						
wariant 1 :		$U = 0,900 \text{ W/m}^2\text{K}$	nowe okna			
		$U = 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}$	nowe drzwi			
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1		
1	Współczynnik przenikania okien $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,200	0,900		
	Współczynnik przenikania drzwi $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,000		0,000	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji $Cr$	-	1,10	0,85		
	$C_m$	-	1,15	0,95		
3	$8,64 * 10^{-5} * Sd * A * U$	GJ/a	34,48	14,11	0,00	
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * Sd$	GJ/a	186,07	143,78		
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	220,55	157,89		
6	$10^{-6} * A * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0090	0,0037	0,0000	
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{nom} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0510	0,0421		
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0600	0,0458		
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		6 546		
10	Koszt jednostkowy okna $N_{ok}$			850		
	Koszt jednostkowy drzwi $N_{drz}$				1 200	
11	Koszt N	zł		124 752		
12	SPBT = $N/\Delta O_{ru}$	lata		19,06		
Podstawa przyjętych wartości $N_u$						
Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.						
Wybrany wariant :	1	Koszt :	124 752 zł	SPBT=	19,06 lat	

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przegroda					
			Ocieplenie ścian budynku "nowego"					
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 809,50 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 809,50 \text{ m}^2$								
<b>Opis wariantów usprawnienia</b> Przewiduje się ocieplenie ściany od zewnątrz płytami styropianowymi o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:  wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,00 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ - zgodnie z WT2021 wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 4: o grubości 6 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 5: o grubości 8 cm większej niż w wariantcie 1								
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		3,13	3,75	4,38	5,00	5,63
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	2,43	5,56	6,18	6,81	7,43	8,06
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	106,4	46,5	41,8	38,0	34,8	32,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0133	0,0058	0,0052	0,0048	0,0044	0,0040
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		6 257	6 748	7 145	7 480	7 762
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		220	242	264	286	308
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		178 091	195 900	213 709	231 518	249 327
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		28,46	29,03	29,91	30,95	32,12
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> ·K	0,411	0,180	0,162	0,147	0,135	0,124
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>  Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru. W celu zlikwidowania mostków termicznych przyjęto ocieplenie ściany fundamentowej do głębokości 0,5 m w gruncie. Ocieplenie ściany w gruncie należy wykonać styropianem ekstrudowanym gr. 5 cm								
Wybrany wariant	1	Koszt :	178 091 zł	SPBT=	28,46 lat			

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i drzwi zewnętrznych	<b>Przedsięwzięcie</b>
	Wymiana okien PCV i drzwi wejściowych

**Dane:**

powierzchnia okien  $A_{ok} = 173,04 \text{ m}^2$

powierzchnia drzwi  $A_{drz} = 25,52 \text{ m}^2$

$V_{nom} = \Psi = 6\,297,6 \text{ m}^3/\text{h}$        $V_{obl} = \Psi * C_m$

$C_w = 1,0$

**Opis wariantów usprawnienia**

Usprawnienie obejmuje wymianę okien i drzwi na nowe

wariant 1 :       $U = 0,900 \text{ W/m}^2\text{K}$     nowe okna  
                           $U = 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}$     nowe drzwi

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	
1	Współczynnik przenikania okien $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,900	0,900	
	Współczynnik przenikania drzwi $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,000		1,300
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji $C_r$	-	1,00	0,80	
	$C_m$	-	1,00	0,95	
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A * U$	GJ/a	40,56	16,63	3,54
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	228,84	183,08	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	269,40	203,25	
6	$10^{-6} * A * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0106	0,0044	0,0013
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{nom} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0600	0,0570	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0706	0,0627	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		6 910	
10	Koszt jednostkowy okna $N_{ok}$			850	
	Koszt jednostkowy drzwi $N_{drz}$				1 200
11	Koszt N	zł		177 706	
12	SPBT = $N/\Delta O_{ru}$	lata		25,72	

**Podstawa przyjętych wartości  $N_u$**

Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.

Wybrany wariant :	1	Koszt :	177 706 zł	SPBT=	25,72 lat
-------------------	---	---------	------------	-------	-----------

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie ścian budynku "starszego"				
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A	=	616,70	m <sup>2</sup>		
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>kosz</sub>	=	616,70	m <sup>2</sup>		
Opis wariantów usprawnienia								
Przewiduje się ocieplenie ścian budynku starszego metodą ETICS (lekka mokra)								
o współczynnika przewodności λ= 0,032 W/m*K								
Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:								
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 5,00 (m <sup>2</sup> .K)/W								
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 3: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 4: o grubości 6 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 5: o grubości 8 cm większej niż w wariantcie 1								
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08	0,10	0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> K/W		2,50	3,13	3,75	4,38	5,00
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	3,078	5,58	6,20	6,83	7,45	8,08
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·Sd·A/R	GJ/a	64,0	35,3	31,8	28,8	26,4	24,4
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> ·A·(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0080	0,0044	0,0040	0,0036	0,0033	0,0031
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		2 998	3 364	3 677	3 928	4 137
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		198	220	242	264	286
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>u</sub>	zł		122 107	135 674	149 241	162 809	176 376
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		40,73	40,33	40,59	41,45	42,64
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,325	0,179	0,161	0,146	0,134	0,124
Podstawa przyjętych wartości N <sub>u</sub>								
Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru. W celu zlikwidowania mostków termicznych przyjęto ocieplenie ściany fundamentowej do głębokości 0,5 m w gruncie. Ocieplenie ściany w gruncie należy wykonać styropianem ekstrudowanym gr. 5 cm								
Wybrany wariant		2	Koszt	135 674 zł	SPBT=	40,33 lat		

<b>Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT</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	Modernizacja systemu przygotowania c.w.u.	53 000	8,30
2	Wymiana okien drewnianych	124 752	19,06
3	Ocieplenie ścian budynku "nowego"	178 091	28,46
4	Wymiana okien PCV i drzwi wejściowych	177 706	25,72
5	Ocieplenie ścian budynku "starszego"	135 674	40,33

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

Dane:  $Q_{oco} = 1\,229,25$  GJ/a      0,249      MW

#### Opis stanu istniejącego

Obiekt zasilany jest energią cieplną z własnej wbudowanej kotłowni olejowej. W kotłowni zamontowane są dwa kotły olejowe niskotemperaturowe TORUS o mocach 200 i 130 kW. Kotłownia wyposażona jest układ automatycznej regulacji procesu spalania - regulator temperatury wody zasilającej (brak regulacji pogodowej i czasowej). Spaliny odprowadzane są dwuprzewodowym kominem murowanym z wkładami stalowymi. Instalacja grzewcza z przewodów stalowych, grzejniki stalowe płytowe z zaworami termostatacznymi, w sali gimnastycznej aparaty grzewczo wentylacyjne pracujące na powietrzu wewnętrznym.

#### Założenia do modernizacji

Zastąpienie istniejącego źródła zestawem gazowych absorpcyjnych pomp ciepła z wymiennikami powietrze-woda współpracujących ze szczytowymi kotłami kondensacyjnymi (które również wspomagać będą przygotowanie c.w.u.) montaż zestawu 5 gazowych absorpcyjnych pomp ciepła o mocy 126 kW i zestawu trzech kotłów gazowych kondensacyjnych o mocy 103,2 kW. Wykonanie nowej instalacji grzewczej niskotemperaturowej maksymalnie 55/45, zalecana maksymalna temperatura zasilania 35°C. W sali gimnastycznej wspomagające nagrzewnice powietrzne. W wszystkich pomieszczeniach automatyczna regulacja temperatury. Wykonanie instalacji i montaż zbiorników gazu płynnego.

W tabeli poniżej zestawiono współczynniki i sprawności związane z systemem grzewczym.

Lp.	Rodzaj usprawnienia		Współczynniki sprawności	
			przed	po
	Rodzaj systemu zasilania		Kotły olejowe	Absorpcyjne gazowe powietrzne pompy ciepła
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,88	1,27
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,97	0,98
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,88	0,93
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	0,85
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	<b>0,751</b>	<b>0,984</b>
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,85	0,85
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,88	0,88

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan projektowany - gazowa absorpcyjna pompa ciepła + nowa instalacja
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	kotłownia olejowa	Zespół gazowych absorpcyjnych pomp ciepła z wymiennikiem powietrznym wspomaganym gazowymi kotłami kondensacyjnymi
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	Przewody izolowane w pomieszczeniach ogrzewanych	Przewody izolowane w pomieszczeniach ogrzewanych
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja miejscowa i stałotemperaturowa na kotłach	regulacja centralna i miejscowa (zakres P-2K)
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	zbiornik buforowy w pomieszczeniu ogrzewanym
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	12h	12h
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia $w_t$	obniżenie temperatury w dni świąteczne	obniżenie temperatury w dni świąteczne



### 7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący węgiel	Po modernizacji gaz ziemny
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,2489	0,2489
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1229,25	1229,25
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta_{tot}$	-	<b>0,751</b>	<b>0,984</b>
4	Obniżenie nocne	-	<b>0,88</b>	<b>0,88</b>
5	Obniżenie tygodniowe	-	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	<b>1224</b>	<b>935</b>
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	<b>127873</b>	<b>83685</b>
8	Roczna oszczędność kosztów ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok		<b>44188</b>
9	Nakłady	zł		<b>788150</b>
10	SPBT	lat		<b>17,84</b>
<b>Uwagi:</b>				

#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

##### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu							
		1	2	3	4	5	6		
1	Modernizacja systemu przygotowania c.w.u.	X	X	X	X	X			
2	Wymiana okien drewnianych	X	X	X	X				
3	Ocieplenie ścian budynku "nowego"	X	X	X					
4	Wymiana okien PCV i drzwi wejściowych	X	X						
5	Ocieplenie ścian budynku "starszego"	X							
6	Modernizacja systemu grzewczego	X	X	X	X	X	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 dokumentacji oraz niezbędnych robót towarzyszących [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6	1 457 373	30 000	1 487 373
2	1+2+3+4+6	1 321 699	30 000	1 351 699
3	1+2+3+6	1 143 993	30 000	1 173 993
4	1+2+6	965 902	30 000	995 902
5	1+6	841 150	30 000	871 150
6	6	788 150	30 000	818 150

#### 7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	$Q_{co}$ wg obl. 1)	$\eta$	w	$Q_{co} \cdot w / \eta$	Opłata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Opłata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Opłata c.o.+c.w.u.	$\Delta Q_{co+cwu}$	Oszczędn.
	MW	GJ/rok					GJ/rok	zł/rok		MW	GJ/rok			
1	0,219	998,0	0,984	0,75	758,8	67 942	0,097	103,3	9 248	0,3155	862,0	77 189	512	66 315
2	0,222	1 021,8	0,984	0,75	776,8	69 559	0,097	103,3	9 248	0,3185	880,1	78 807	494	64 697
3	0,227	1 061,9	0,984	0,75	807,3	72 289	0,097	103,3	9 248	0,3233	910,6	81 537	463	61 967
4	0,242	1 176,5	0,984	0,75	894,4	83 685	0,097	103,3	9 248	0,3381	997,7	92 932	376	50 572
5	0,249	1 229,3	0,984	0,75	934,6	44 188	0,097	103,3	9 248	0,3454	1 037,8	53 436	336	90 069
6	0,249	1 229,3	0,984	0,75	934,6	83 685	0,140	149,6	15 631	0,3887	1 084,2	99 316	289	44 188
0-stan istniejący	0,249	1 229,3	0,751	0,75	1 224,1	127 873	0,140	149,6	15 631	0,3887	1 373,7	143 504		

1 wariant wybrany do realizacji

1) - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik "obl\_moc"

2) - moc i zużycie energii na cwu - załącznik "obl\_cwu"

### 7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
					[zł, %]	[zł, %]	20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
	2	zł	zł	%	6		7	8	9
1	Wariant 1	1 487 373	66 315	37,25%	148 737	10,0%	267 727	237 980	132 630
					1 338 636	90,0%			
2	Wariant 2	1 351 699	64 697	35,93%	135 170	10,0%	243 306	216 272	129 395
					1 216 529	90,0%			
3	Wariant 3	1 173 993	61 967	33,71%	117 399	10,0%	211 319	187 839	123 935
					1 056 594	90,0%			
4	Wariant 4	995 902	50 572	27,37%	99 590	10,0%	179 262	159 344	101 144
					896 312	90,0%			
5	Wariant 5	871 150	90 069	24,45%	87 115	10,0%	156 807	139 384	180 137
					784 035	90,0%			
6	Wariant 6	818 150	44 188,14	26,70%	81 815	10,0%	147 267	130 904	88 376
					736 335	90,0%			

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

Modernizacja systemu przygotowania c.w.u.

Modernizacja systemu grzewczego

Ocieplenie ścian budynku "nowego"

Wymiana okien PCV i drzwi wejściowych

Ocieplenie ścian budynku "starszego"

Modernizacja instalacji grzewczej

Przedsięwzięcie to spełnia warunki:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 37,25% czyli powyżej 15%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 148 737 zł co spełnia oczekiwania inwestora;
4. Wysokość kredytu wyniesie 1 338 636 zł czyli mniej niż podane 250 000 zł

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

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem gr.10 cm (0,032 W/mK) metodą lekką moką. Ocieplić należy również ściany fundamentowe nad gruntem oraz do głębokości około 50 cm izolacją termiczną odporną na działanie wilgoci i grubości 5 cm ( $\lambda=0,036$  W/mK).
  2. Wymiana okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m<sup>2</sup>K
  3. Modernizacja układu przygotowania c.w.u.
  4. Wymiana drzwi na nowe o współczynniku przenikania ciepła 1,3 W/m<sup>2</sup>K
- Modernizacja systemu grzewczego (modernizacja źródła ciepła poprzez montaż zestawu 5 gazowych absorpcyjnych pomp ciepła o mocy 126 kW i zestawu trzech kotłów gazowych kondensacyjnych o mocy 103,2 kW, wymiana przewodów, armatury i elementów grzejnych: grzejniki - około 96 szt., aparaty grzewczo-wentylacyjne - około 4 szt.) oraz wykonanie instalacji zbiornikowej na gaz płynny LPG, montaż liczników ciepła dla c.o. i c.w.u.
6. Wymiana opraw oświetlenia wbudowanego podstawowego na nowe LED.

## 8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m <sup>2</sup>	zł/m <sup>2</sup>	zł
1	Ocieplenie ścian budynku "nowego"	809,50	220,00	178 091
2	Ocieplenie ścian budynku "starszego"	616,70	220,00	135 674
3	Wymiana okien	319,81	850,00	271 834
4	Wymiana drzwi	25,52	1200,00	30 624
4	Modernizacja systemu grzewczego	-	-	788 150
5	Modernizacja przygotowania c.w.u.	-	-	53 000
6	Koszt dokumentacji oraz niezbędnych robót towarzyszących			30 000
			<b>SUMA</b>	<b>1 487 373</b>
7	Wymiana oświetlenia			451 099
			<b>RAZEM</b>	<b>1 938 472</b>

## 8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu termomodernizacji (bez oświetlenia)

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		<b>1 487 373 zł</b>
Udział środków własnych inwestora:	10,0%	<b>148 737 zł</b>
Kredyt bankowy:	90,0%	<b>1 338 636 zł</b>
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		<b>132 630 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT		<b>22,43</b>

### 8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

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

# ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie opłat za zużycie ciepła
Załącznik 2	Obliczenie współczynników przenikania przegród
Załącznik 3	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
Załącznik 5	Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.9 PRO
Załącznik 6	Określenie efektów energetycznych i ekonomicznych modernizacji oświetlenia wbudowanego
Załącznik 7	Fotogramy termowizyjne



**Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła****Przed modernizacją**

<b>Lekki olej opałowy</b>		<b>Ceny bez VAT</b>	<b>Ceny z VAT 23%</b>
Cena energii	<b>zł/GJ</b>	84,93	104,47
Opłata za moc	<b>zł/MW/m-c</b>	0,00	0,00
Abonament	<b>zł/m-c</b>	0,00	0,00

**Po modernizacji**

<b>gaz LPG</b>		<b>Ceny bez VAT</b>	<b>Ceny z VAT 23%</b>
Cena energii	<b>zł/GJ</b>	72,80	89,54
Opłata za moc	<b>zł/MW/m-c</b>	0,00	0,00
Abonament	<b>zł/m-c</b>	0,00	0,00

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

## Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	cp	R	R <sub>cor</sub>	$\delta$	$\mu$	Z	Z <sub>cor</sub>	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W	g/(m·h·Pa)		m <sup>2</sup> h·Pa/g	m <sup>2</sup> h·Pa/g	
1_PPIW	Podłoga na gruncie 44,3 cm											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZ_ST												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z <sub>gw</sub> : 3,00												
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nh</sub> = m i długości D <sub>h</sub> = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nv</sub> = m i długości D <sub>v</sub> = m												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
BET-POSADZ	0,0300	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,021	0,021	30,00	24	1000,0	1000,0	
BETON-1900	0,3000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 1900 kg	1,000	1900	0,840	0,300	0,300	75,00	10	4000,0	4000,0	
PAPA-ASF	0,0025	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,014	0,014	7,50	96	333,3	333,3	
PIASEK-PL	0,1000	Piasek pylasty.	0,550	1800	0,840	0,182	0,182	300,00	2	333,3	333,3	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R <sub>g</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											2,000	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											2,527	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,396	
DACH	Dach 15,1 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
BLA-DACH	0,0060	Błacha trapezowa lub dachówkowa.	58,000	7800	0,440	0,000	0,000	0,01	72000	600000,0	600000,0	
STYROPIAN	0,1200	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	2,667	2,667	12,00	60	10000,0	10000,0	
GIPS-KART	0,0250	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,109	0,109	75,00	10	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											2,915	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,343	
PODŁ STARA	Podłoga na gruncie 48,3 cm											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZ_ST												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z <sub>gw</sub> : 3,00												
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nh</sub> = m i długości D <sub>h</sub> = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nv</sub> = m i długości D <sub>v</sub> = m												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
BET-POSADZ	0,0300	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,021	0,021	30,00	24	1000,0	1000,0	
STYROPIAN	0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889	0,889	12,00	60	3333,3	3333,3	
BETON-1900	0,3000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 1900 kg	1,000	1900	0,840	0,300	0,300	75,00	10	4000,0	4000,0	
PAPA-ASF	0,0025	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,014	0,014	7,50	96	333,3	333,3	
PIASEK-PL	0,1000	Piasek pylasty.	0,550	1800	0,840	0,182	0,182	300,00	2	333,3	333,3	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R <sub>g</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											2,000	

Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											3,416
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,293
<b>SDACH PART</b> Dach 82,0 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,000	7,50	96	666,7	0,0
SOSNA	0,1500	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,938	0,000	60,00	12	2500,0	0,0
WAR.POW.DW	0,5000	Warstwa powietrzna dobrze wentylowana.				0,000	0,000	720,00	1	0,0	0,0
WENTIR 150	0,1500	Płyty z wełny mineralnej WENTIROCK, grubość G = 15	0,037	81	1,030	4,054	4,054	720,00	1	208,3	208,3
GIPS-KART	0,0150	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,065	0,065	75,00	10	200,0	200,0
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											4,319
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,232
<b>SDACH SALA</b> Dach 15,5 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7
WENTIR 150	0,1500	Płyty z wełny mineralnej WENTIROCK, grubość G = 15	0,037	81	1,030	4,054	4,054	720,00	1	208,3	208,3
BLA-DACH	0,0001	Blacha trapezowa lub dachówkowa.	58,000	7800	0,440	0,000	0,000	0,01	72000	10000,0	10000,0
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											4,222
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,237
<b>STROP</b> Strop ciepło do góry 30,0 cm											
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
STROPR 80	0,0800	Płyty z wełny mineralnej STROPROCK, grubość G = 80	0,041	156	1,030	1,951	1,951	720,00	1	111,1	111,1
STROPR 100	0,1000	Płyty z wełny mineralnej STROPROCK, grubość G = 100	0,041	156	1,030	2,439	2,439	720,00	1	138,9	138,9
CEGŁA-PEŁN	0,1200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo	0,770	1800	0,880	0,156	0,156	105,00	7	1142,9	1142,9
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											4,746
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,211
<b>STROPODACH</b> Stropodach niewentylowany 44,9 cm											
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
PAPA-ASF	0,0060	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,033	0,033	7,50	96	800,0	800,0
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,150
Suma oporów ciepła połączeniowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,183
WENTIR 150	0,1500	Płyty z wełny mineralnej WENTIROCK, grubość G = 15	0,037	81	1,030	4,054	4,054	720,00	1	208,3	208,3
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 1900 kg	1,000	1900	0,840	0,050	0,050	75,00	10	666,7	666,7
KERAMZ 500	0,0800	Żużel wielkopieczowy granulaty lub keramzyt - gęstość 500	0,160	500	0,750	0,500	0,500	375,00	2	213,3	213,3
PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017	0,017	7,50	96	400,0	400,0
STR-AKER15	0,1500	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustakami ceramicznymi		1300	0,840	0,200	0,200	102,74	7	1460,0	1460,0

											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	0,100
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	5,144
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,194
<b>SW25</b>												
Ściana wewnętrzna 28,0 cm												
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
CEGŁA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej	0,770	1800	0,880	0,325	0,325	105,00	7	2381,0	2381,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	0,130
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	0,130
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	0,621
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	1,610
<b>SZ_ST</b>												
Ściana zewnętrzna 63,0 cm												
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
CEGŁA-PEŁN	0,5000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej	0,770	1800	0,880	0,649	0,649	105,00	7	4761,9	4761,9	
STYROPIAN	0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	2,222	2,222	12,00	60	8333,3	8333,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	0,130
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	3,078
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,325
<b>SZ-NOWA</b>												
Ściana zewnętrzna 36,0 cm												
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
CEGŁA-KRAT	0,2500	Mur z cegły kratówki na zaprawie cementowo-wapiennej	0,560	1300	0,880	0,446	0,446	150,00	5	1666,7	1666,7	
STYROPIAN	0,0800	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	1,778	1,778	12,00	60	6666,7	6666,7	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	0,130
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:	2,431
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,411

## Załącznik nr 3

## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Symbol	Opis	$\theta_{int,H}$ °C	A m <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup>	n 1/h	Vv m <sup>3</sup> /h
1	Szkoła część nowsza	20,0	1457,00	4079,6	1,0	4079,6
2	Szkoła część starsza poddasze	20,0	462,00	1617,0	1,0	1617,0
3	sala gimnastyczna	20,0	484,00	4840,0	0,6	2904,0
4	Szkoła część starsza	24,0	840,00	2352,0	1,0	2352,0
<b>Razem</b>			3243,00	12888,60		10952,6

krotność wymiany powietrza wentylacyjnego  $0,85 \text{ h}^{-1}$

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego  $V_{nom} = \Psi = 10\,953 \text{ m}^3/\text{h}$

Współczynniki korekcyjne

	Stan obecny	po modernizacji	po modernizacji
$c_r$	1,00	1,00	1,00
$c_w$	1,00	1,00	0,85
$c_m$	1,00	1,00	0,90

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/ro]

$c_r * c_w * V_{nom}$  **10 952,6** **10 952,6**

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$c_m * \Psi$  **10 952,6** **9 857,3**

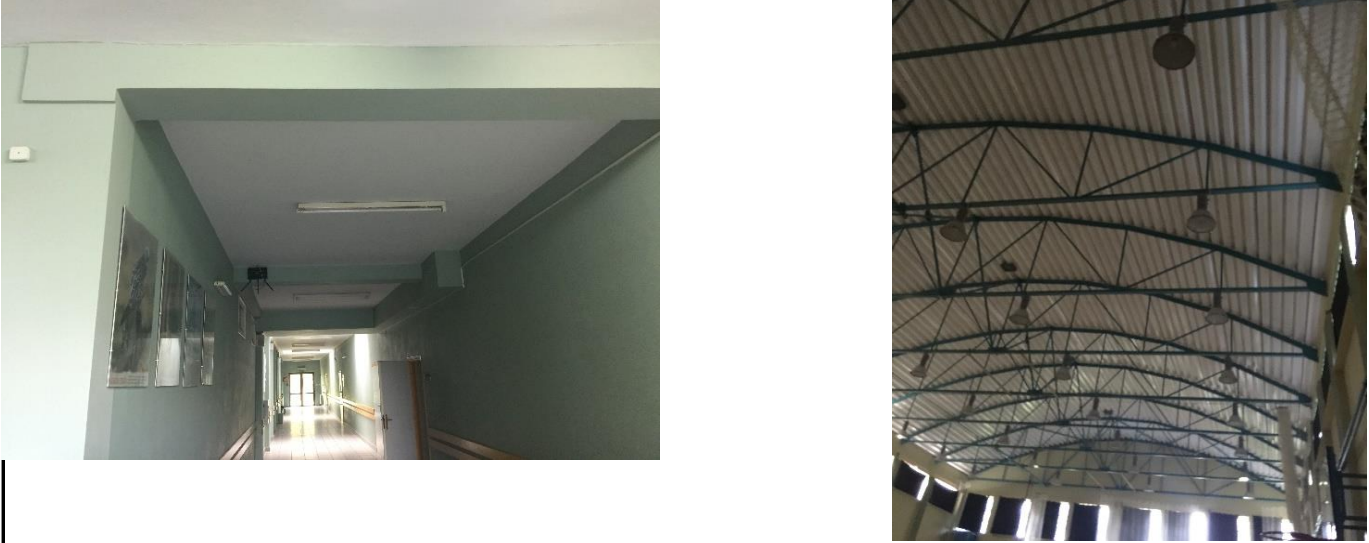
Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan obecny (energia elektryczna)	Po modernizacji (gaz ziemny)
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody $c_w$	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1	1
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{cw}$	l/os	35	35
jed.odniesienia - ilość osób $L$	os	350	350
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /dzień	0,80	0,80
temperatura wody ciepłej na zaworze czerpalnym $\theta_w$	°C	55	55
temperatura wody zimnej $\theta_0$	°C	10	10
Powierzchnia ogrzewana o regulowanej temperaturze $A_f$	m <sup>2</sup>	2783,00	2783,00
współczynnik korekcyjny temp. $k_t$	-	0,55	0,55
współczynnik korekcyjny temp. $k_R$	-	0,55	0,55
czas użytkowania $t_r$	doba	365	365
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{w,nd}$ $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	kWh/rok	23 409,0	23 409,0
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,88	1,20
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,80	0,80
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,80	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,5632	0,8160
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	41 564,3	28 687,5
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	149,6	103,3
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (10 \cdot 1000)$	m <sup>3</sup> /h	1,225	1,225
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,232	2,232
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t / \eta_{w,tot} / 10^3$	GJ/m <sup>3</sup>	0,18413	0,12709
Max. moc c.w.u. $Q_{cwu}^{max} = V_{h\dot{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	139,8	96,5
Średnia moc c.w.u. $Q_{cwu}^{\dot{s}r} = Q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	62,7	43,2
Koszt przygotowania c.w.u.	zł	15631,4	9247,7

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.9 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	0,2190	998,00
2	0,2219	1021,76
3	0,2268	1061,86
4	0,2416	1176,45
5	0,2489	1229,25
6	0,2489	1229,25
0 - stan istniejący	0,2489	1229,25

## Określenie efektów energetycznych i ekonomicznych modernizacji oświetlenia wbudowanego

Obecnie		
Instalacja oświetleniowa wykonana w trakcie przebudowy części starszej i budowy części nowej, w pomieszczeniach biurowych lekcyjnych i na korytarzach zamontowane są świetlówki liniowe w oprawach pojedynczych 1x36 lub 1x18. Na sali gimnastycznej oprawy z niskoprężnymi lampami sodowymi 350 W.		
		
$P_u$	2 783 m <sup>2</sup>	
$P_N$	10 W/m <sup>2</sup>	Moc jednostkowa opraw oświetlenia
$t_D$	1800	Czas użytkowania w ciągu dnia
$t_N$	200	Czas użytkowania w ciągu nocy
$F_O$	1	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników
$F_D$	1	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu
$M_F$	1	Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia od sposobu regulacji
	55 660 000,00 W/a	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby oświetlenia
	55660 kWh/a	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia

Po modernizacji		
$P_u$	2 783 m <sup>2</sup>	
$P_N$	7,2 W/m <sup>2</sup>	Moc jednostkowa opraw oświetlenia
$t_D$	1800	Czas użytkowania w ciągu dnia
$t_N$	200	Czas użytkowania w ciągu nocy
$F_O$	0,95	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników
$F_D$	1	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu
$M_F$	1	Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia od sposobu regulacji
	40 075 200,00 W/a	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby oświetlenia
	38071,44 kWh/a	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia

<b>Cena energii</b>	<b>0,62420 zł/kWh</b>	Netto
	<b>0,6724 zł/kWh</b>	Brutto

Oszczędność energii	17588,56 kWh/a
---------------------	----------------

Roczne koszty zakupu energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia

Przed modernizacją	42733,86 zł/a
--------------------	---------------

Po modernizacji	29229,96 zł/a
-----------------	---------------

Roczna oszczędność kosztów energii

13503,9 zł/rok



	<b>netto</b>	<b>Brutto (zVAT)</b>
Przed modernizacją	34 742,97	42 733,86
Po modernizacji	23 764,19	29 229,96
Oszczędność	10 978,78	13 503,90

Planowane nakłady inwestycyjne związane z montażem opraw typu LED o mocach od 11-51 W i częściową wymianą przewodów.

N= 451 099 zł

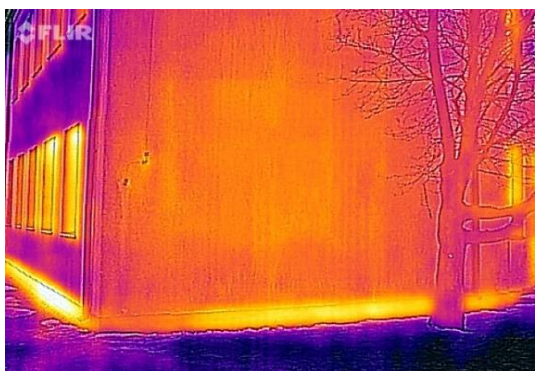
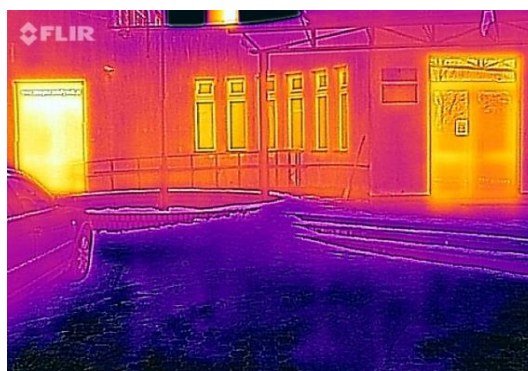
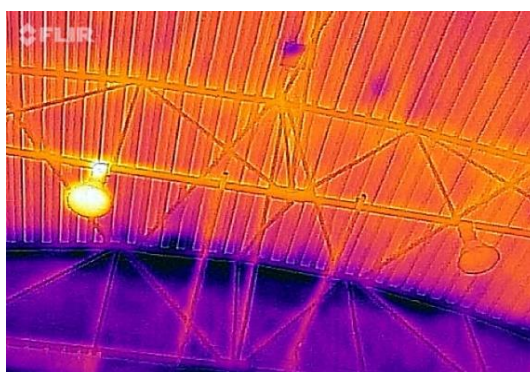
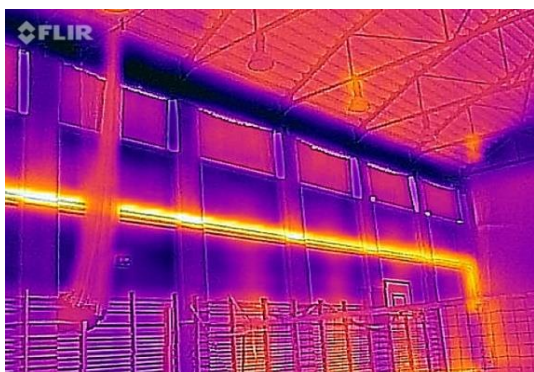
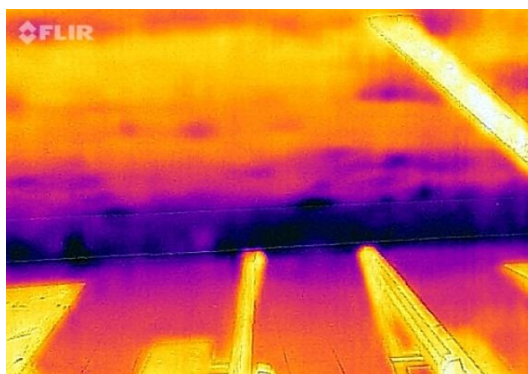
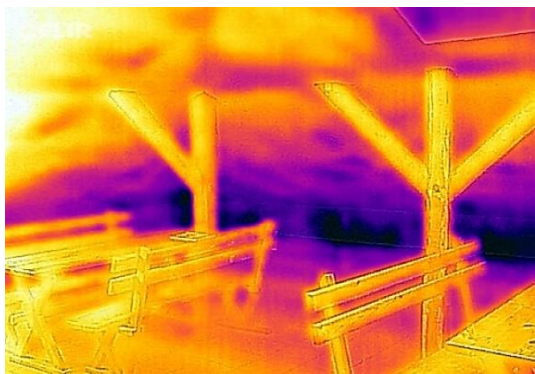
Prosty czas zwrotu nakładów SPBT

SPBT= 33,41 lat

Instalacja oświetleniowa po wymianie winna zapewnić wymagane natężenie oświetlenia.

# Fotogramy termowizyjne

# Załącznik 7



## Charakterystyka energetyczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia

1.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową budynku:		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
	- ciepło	GJ/rok	1 374	862
	- energia elektryczna	MWh/rok	55,66	38,07
2.	Roczne oszczędności energii końcowej dla budynku			
	- ciepło	GJ/rok	<b>511,7</b>	
	- energia elektryczna	MWh/rok	<b>17,60</b>	
3.	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku:			
	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ciepło	-	1,1	1,1
	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej energia elektryczna	-	3,00	3,00
	- Energia pierwotna - ciepło	GJ/rok	1511,1	948,2
	- Energia pierwotna - energia elektryczna	MWh/rok	166,98	114,21
4.	Roczna oszczędność energii pierwotnej dla budynku			
	- ciepło	GJ/rok	<b>562,9</b>	
	- energia elektryczna	MWh/rok	<b>52,77</b>	
5.	Roczne łączne zapotrzebowanie na energię końcową budynku	GJ/rok	1573,9	999
	Roczne łączne zapotrzebowanie na energię końcową budynku	MWh/rok	437,2	277,5
6.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową w budynku	MWh/rok	<b>159,7</b>	
7.	Procent łącznej oszczędności energii końcowej budynku	%	<b>36,53%</b>	
8.	Roczne łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku	MWh/rok	586,73	377,6
9.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną w budynku	MWh/rok	<b>209,13</b>	
10.	Procent łącznej oszczędności energii pierwotnej budynku	%	<b>36,00%</b>	
11.	Emisja gazów cieplarnianych (dwutlenku węgla)	MgCO <sub>2</sub> /rok	165,937	107,555
12.	Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych (dwutlenku węgla)	MgCO <sub>2</sub> /rok	<b>58,382</b>	
13.	Procent redukcji emisji gazów cieplarnianych (dwutlenku węgla)	%	<b>35,18%</b>	
14.	Emisja pyłów PM10	kgPM10/rok	4,72	3,00

15.	Szacowany roczny spadek emisji pyłów PM10	kgPM10/rok	<b>1,72</b>	
16.	Procent redukcji emisji pyłów PM10	%	<b>36,44%</b>	
17.	Emisja pyłów PM2,5	kgPM2,5/rok	4,72	3,00
18.	Szacowany roczny spadek emisji pyłów PM2,5	kgPM2,5/rok	<b>2,00</b>	
19.	Procent redukcji emisji pyłów PM2,5	%	<b>42,37%</b>	
20.	Emisja benzo(a)pirenu	kg <sub>b(a)p</sub> /rok	0,0157	0,0100
21.	Szacowany roczny spadek emisji benzo(a)pirenu	kg <sub>b(a)p</sub> /rok	<b>0,0057</b>	
22.	Procent redukcji emisji benzo(a)pirenu	%	<b>36,31%</b>	