

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Dla przedsięwzięcia termo modernizacyjnego zgodnego z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 17.03.2009 r. (Dz. U. 2009r. Nr 43 poz. 346)



Adres Budynku:       Zespół szkół nr 1  
                              ul. Bohaterów Warszawy 4  
                              11-700 Mrągowo  
                              Województwo: Warmińsko-mazurskie

Zamawiający :	Gmina Miasto Mrągowo ul. Królewiecka 60A 11-700 Mrągowo
Wykonawca:  Tytuł, imię i nazwisko Adres	K.M.R. PIPES-ENGINEERING Jana Pawła II 24/68 05-500 Piaseczno www.kmr-pe.pl

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
<b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Użyteczności publicznej - szkoła	<b>1.2 Rok budowy</b>	1898/1984
<b>1.3 Inwestor</b>	Gmina Miasto Mrągowo Królewiecka 60A 11-700 Mrągowo Tel. 897 419 028	<b>1.4 Adres budynku</b>	Zespół Szkół nr 1 Bohaterów Warszawy 4 11-700 Mrągowo
<b>2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt</b>			
K.M.R PIPES-ENGINEERING Maciej Dybowski REGON: 141522344 Piaseczno, Jana Pawła II 24/68			
<b>3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>			
inż. Jadwiga Wojaś nr. upr. St-163/75		<i>podpis</i>	
mgr inż. Katarzyna Dybowska		<i>podpis</i>	
mgr inż. Maciej Dybowski		<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 arch. Małgorzata Pilc-Adamowska	inwentaryzacja techniczno-budowlana	
2	mgr inż. Maciej Dybowski	inwentaryzacja instalacji sanitarnych	
<b>5. Miejscowość</b>	Piaseczno	<b>Data wykonania opracowania</b>	30.03.2016
<b>6. Spis treści</b>			
			<b>str.</b>
1.	Strona tytułowa	1	
2.	Karta audytu energetycznego	3	
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku	6	
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	7	
5.	Ocena stanu technicznego budynku	12	
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	14	
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	15	
8.	Opis wariantu optymalnego	29	

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU <sup>1)</sup>			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	4	bez zmian
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	10 463,1	bez zmian
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	4 415	bez zmian
5.	Powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]	3 244	bez zmian
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	0	bez zmian
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	bez zmian
8.	Liczba osób użytkujących budynek	525	bez zmian
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	węzeł ciepłowniczy	bez zmian
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	węzeł ciepłowniczy	bez zmian
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,25	bez zmian
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	bez zmian
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane <sup>1)</sup> [W/(m <sup>2</sup> K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,150/0,527	bez zmian/0,22
2.	Dach / stropodach / strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub przejazdami	1,054/0,379	0,186/0,143
3.	Strop nad piwnicą	1,720/1,402	1,720/1,402
4.	Podłoga w piwnicy	0,401/0,393	0,401/0,393
5.	Ściana w piwnicy	0,706/0,521	0,706/0,339
6.	Okna, drzwi balkonowe	2,6/2,3	1,0
7.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,5	1,0
8.	Inne		
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu <sup>II)</sup>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,98
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,80	0,93
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
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej <sup>III)</sup>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji <sup>IV)</sup>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna

2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna z nawiewnikami/kanaly
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	10 500	10 500
4.	Krotność wymian powietrza [l/h]	0,70	0,70
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego <sup>V)</sup> [kW]	390,0	296,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania cwu <sup>VI)</sup> [kW]	38,2	38,2
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) <sup>V)</sup> [GJ/rok]	2115	1391
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2115	1391
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu <sup>VI)</sup> [GJ/rok]	189	189
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2 327	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	170	-
8.	Wskaźnik sezonowego 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]	133,1	87,5
9.	Wskaźnik sezonowego 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]	133,1	87,5
10.	Udział odnawialnych źródeł energii <sup>2)</sup> [%]	0,00	0,00
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)<sup>VII)</sup></b>			
1.	Koszt 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku 3) [zł/GJ]	50,6	50,6
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc 4) [zł/(MW m-c)]	12 087	12 087
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej 3) [zł/m <sup>3</sup> ]	11,50	11,50
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc 4) [zł/(MW m-c)]	12 087	12 087
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	4,90	2,90
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne - opłata za 1 GJ za podgrzanie wody użytkowej [zł/GJ]	0	0
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł]	1 280 064	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	38,0%
Planowane koszty całkowite [zł]	1 280 064	Premia termomodernizacyjna [zł]	256 013
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		38 143	

- 1) *Dla budynku o mieszalnej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku*  
 *$U_{OZE}$  [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako*
- 2) *udział odnawialnych źródeł energii 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 przesyłem jednostki energii*
- 4) *Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii*

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

#### 3.1. Dokumentacja projektowa:

Inwentaryzacja budowlana  
Inwentaryzacja instalacji c.o  
Dokumentacja fotograficzna  
Plan sytuacyjny  
Informacje udzielone przez pracowników administracji i użytkowników

#### 3.2. Inne dokumenty

Umowa z dostawcą -energii

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690). 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 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”
- ° 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 grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

#### 3.3. Osoby udzielające informacji

- mgr inż arch. Małgorzata Pilc-Adamowska

#### 3.4. Data wizji lokalnej

Styczeń/luty 2016r

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
  - ocieplenie ścian zewnętrznych
  - ocieplenie stropodachu,
  - wymiana okien,
  - modernizacja systemu grzewczego,

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

##### 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Własność</b>	gminna		
<b>Przeznaczenie budynku</b>	Użyteczności publicznej - budynek szkolny		
<b>Adres</b>	Bohaterów Warszawy 4, 11-700 Mrągowo		
<b>Budynek</b>	wolnostojący		
<b>Rok budowy</b>	1898/1984	<b>Rok zasiedlenia</b>	1898/1984
<b>Technologia budynku</b>	tradycyjna		

<b>1</b>	Powierzchnia zabudowana	[m <sup>2</sup> ]	5974
<b>2</b>	Kubatura budynku	[m <sup>3</sup> ]	19836,0
<b>3</b>	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> ]	10463,1
<b>4</b>	Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	3244,0
<b>5</b>	Budynek podpiwniczony	-	tak
<b>6</b>	Liczba klatek schodowych	-	3
<b>7</b>	Liczba kondygnacji	-	4
<b>8</b>	Wysokość kondygnacji w świetle	[m]	3,4
<b>9</b>	Liczba osób użytkujących budynek	Os.	525

- 1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru  
 2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.



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

Budynek 4 kondygnacyjny, podpiwniczony, wybudowany w 1898r i rozbudowany w 1984r. Budynek wybudowany w technologii tradycyjnej.

##### Skrzydło główne:

- fundamenty – z kamienia polnego na podbudowie betonowej, brak izolacji przeciwwodnych,
- ściany zewnętrzne – w poziomie piwnic z kamienia z przemurowaniem cegłą od strony piwnic, powyżej stropu nad piwnicą - murowane z cegły pełnej o zmiennej grubości 45-60cm; od wewnątrz tynkowane,
- ściany wewnętrzne konstrukcyjne - murowane z cegły pełnej,
- ściany działowe – murowane, gr. 12cm, otynkowane,
- stropy –układ podłużny, drewniany, na belkach ze ślepym pułapem; w ciągach komunikacyjnych oraz na klatkach schodowych ceramiczne – odcinkowe,
- konstrukcja dachu – drewniana, pokrycie dachu z dachówki ceramicznej esówki,
- schody wewnętrzne – żelbetowe monolityczne,
- stolarka okienna – w większości historyczna, drewniana, okna skrzynkowe,
- stolarka drzwiowa zewnętrzna – drewniana, w większości historyczna,
- stolarka drzwiowa wewnętrzna – mieszana – od drzwi drewnianych historycznych, przez drzwi z płyty do ślusarki aluminiowej z przeszkleniami.

##### Skrzydło wschodnie:

- fundamenty – żelbetowe,
- główna konstrukcja nośna – podciągi i słupy żelbetowe,
- ściany zewnętrzne – w poziomie piwnic murowane z cegły pełnej, w poziomie wyższych kondygnacji trzywarstwowe: silikaty 24cm, warstwa styropianu 5cm, oraz ścianka osłonowa 12cm, tynk zewnętrzny,
- stropy – płyty kanałowe o grubości 24cm,
- konstrukcja dachu – drewniana,
- schody wewnętrzne pomiędzy piwnicą i parterem w strefie kuchennej – żelbetowe.

##### Skrzydło północne:

- fundamenty – żelbetowe,
- główna konstrukcja nośna – podciągi i słupy żelbetowe oraz stalowe,
- ściany zewnętrzne – murowane,
- ściany wewnętrzne - murowane,
- strop nad parterem – żelbetowe płyty kanałowe,
- konstrukcja dachu - stalowa,
- schody wewnętrzne – żelbetowe.

#### **Zestawienie danych dotyczących istniejących przegród budowlanych**

L.p.	Opis	Pow. netto m <sup>2</sup>	U <sub>K</sub> W/(m <sup>2</sup> *K)	Pow. okien i drzwi balk. [ m <sup>2</sup> ]	U okna W/(m <sup>2</sup> *K)	Pow. drzwi m <sup>2</sup>	U drzwi W/(m <sup>2</sup> *K)
1	Ściana zewnętrzna	1106,3	1,150	61,0	2,3		
		52,5	1,511	420,8	2,6	32,4	2,5
		58,6	0,974				
		539,7	0,527				
2	Strop nad piwnicą	788,7	1,402				
		259,2	1,720				
3	Strop nad poddaszem nieogrzewanym	797,2	1,054				
		270,0	0,379				
4	Podłoga w piwnicy	788,7	1,402				
		259,2	1,720				
5	Ściana w piwnicy	291,5	0,521				
		112,2	0,706				



#### 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	409,5
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu ( $q_{sr}$ )	[kW]	40,1
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	390
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	38,2
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	2 115
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	2 115
7	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	12 086,6
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	50,6
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z sieci miejskiej do węzła cieplnego w budynku. Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym.
2.	Parametry pracy instalacji	139/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu, bez zaworów podpionowych . Przewody poziome izolowane (zły stan izolacji), pionowe nieizolowane. Ogólnie zły stan techniczny.
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne typu S130
5.	Oslonięcie grzejników	Tak - tylko korytarze
6.	Zawory termostacyjne	Brak
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiorcze typu otwartego
8.	Odpowietrzenie	Sieć odpowietrzająca
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24
10.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Nie wykonywano

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

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,95
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e$	0,80
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	0,73
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.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana centralnie w węźle ciepłowniczym w budynku. Instalacja centralna z cyrkulacją.
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe, prowadzone w szachtach instalacyjnych wraz z kanalizacją. Przewody poziome izolowane, pionowe nieizolowane. Dobry stan techniczny
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	nie dotyczy
4.	Zbiornik akumulacyjny	nie dotyczy

#### Wartości współczynników systemu przygotowania cwu dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_{gw}$	0,91
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_{dw}$	0,70
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_{ew}$	1,00
4	Akumulacja ciepła	$\eta_{sw}$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_{gw} * \eta_{dw} * \eta_{ew} * \eta_{sw} =$	$\eta_{tot,w}$	0,64

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

Węzeł ciepłowniczy wymiennikowy, dwufunkcyjny, z ciepłomierzem, z automatyką pogodową.

#### 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	10 500

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m <sup>2</sup> *K]	
	istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne	1,150	0,25
stropodach	1,054	0,20
Ściana fundamentowa	0,706	0,40

1) Wymagania wg Warunków Technicznych 2014

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

### 5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [w/m <sup>2</sup> *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	2,5	1,7
okno	2,6	1,3

### 5.3 System grzewczy

Instalacja wewnętrzna posiada szereg wad wynikających z przestarzałych rozwiązań technicznych oraz z długoletniego użytkowania. W szczególności:

- centralna sieć odpowietrzająca stwarza możliwości krążenia wody pomiędzy pionami oraz rozregulowuje hydraulicznie instalację;
  - otwarte naczynie wzbiorcze powoduje ubytki wody i stwarza warunki nadmiernej korozji;
  - istniejące zawory przygrzejnikowe nie dają możliwości regulacji temperatury w pomieszczeniach;
  - grzejniki są zanieczyszczone, co powoduje spadek ich zdolności emisyjnej, śladowo występują ogniska korozji;
  - przewody są zarośnięte kamieniem kotłowym, śladowo występują ogniska korozji;
- izolacja termiczna w piwnicy jest w złym stanie technicznym, miejscowo występują ubytki izolacji termicznej.

Węzeł ciepłowniczy po stronie sieciowej należy do miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej, został zmodernizowany, wyposażony w licznik ciepła i automatykę pogodową, jest w dobrym stanie technicznym.

### 5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Instalacja ciepłej wody użytkowej jest w dobrym stanie technicznym. Nie stwierdzono korozji przewodów, izolacja termiczna przewodów poziomych jest w dobrym stanie.

### 5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Stan techniczny przewodów kominowych jest zgodny z obowiązującymi wymaganiami technicznymi. Z uwagi na nieszczelną stolarkę okienną zaobserwowano nadmierne wychładzanie pomieszczeń.

**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	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny.
2	<b><u>Okna</u></b> są nieszczelne w złym stanie technicznym o wysokim współczynniku przenikania ciepła $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku $U$ nie większym niż 1,0 W/m <sup>2</sup> K
3	<b><u>Wentylacja grawitacyjna.</u></b> Nie stwierdza się zakłóceń	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników.
5	<b><u>System grzewczy</u></b> Węzeł indywidualny. Instalacja typu tradycyjnego o niskiej sprawności regulacji. Ogólnie zły stan techniczny instalacji wewnętrznej.	Konieczna kompleksowa wymiana instalacji na nową, odpowiadającą obecnym przepisom.

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne w skrzydle wschodnim	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
2.	jw. przez stropodach	Docieplenie stropu nad 2 piętrem
3.	jw. Ścian fundamentowych	Ocieplenie ścian fundamentowych izolacją termiczną (styropianem)
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz drzwi zewnętrzne	Wymiana okien wraz z montażem nawiewników okiennych
5.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Kompleksowa wymiana instalacji c.o. wraz z montażem zaworów termostatycznych, montażem grzejników stalowych płytowych.

## 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 w skrzydle wschodnim
		Ocieplenie stropodachu
		Wymiana okien z montażem nawiewników
		Wymiana drzwi zewnętrznych

## 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
- a) ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- b) Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- c) 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.
$t_{wo}$ , pomieszczenia użytkowe	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{wo}$ , klatka schodowa	8,0	16,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{piw}$	5,0	12,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 853	3 853	dzień K·a
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 16^{\circ}\text{C}$	1 189	2 965	
Sd dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą	1 464	771	
$O_{0m}$ , $O_{1m}$	12 087	12 087	zł/(MW·mc)
$O_{0z}$ , $O_{1z}$	50,6	50,6	zł/GJ
$A_{b0}$ , $A_{b1}$	0	0	zł/m-c



7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne- skrzydło wchodnie		
<b>Dane:</b>				<b>powierzchnia przegrody do obliczania strat</b> <b>A</b> = 659,6 m <sup>2</sup> <b>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia</b> <b>A<sub>kosz</sub></b> = 702,0 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b> Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku						
przewodzenia ciepła $\lambda =$ 0,032 W/mK						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
<b>wariant 1:</b> o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ i współczynnika $U < 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$						
<b>wariant 2:</b> o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ i współczynnika $U < 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$						
<b>wariant 3:</b> o grubości 2 cm większej niż w 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,1	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> K/W		2,188	3,750	4,375
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	1,898	4,085	5,648	6,273
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	115,7	53,8	38,9	35,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0139	0,0065	0,0047	0,0042
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		4 216	5 227	5 491
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		151	164	177
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		106 002	115 128	124 254
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		25,14	22,02	22,63
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> K	0,527	0,245	0,20	0,159
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>  Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg kosztorysu						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 115 128 zł		SPBT= 22,02 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A= 747,0 m <sup>2</sup> A <sub>kosz</sub> = 747,0 m <sup>2</sup>		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu pełnego z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,036 W/m*K						
Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1:		o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 (m^2 K)/W$ i współczynnika $U \leq 0,20 W/(m^2 K)$				
wariant 2:		o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 (m^2 K)/W$ i współczynnika $U \leq 0,20 W/(m^2 K)$				
wariant 3:		o grubości 2 cm większej niż w wariantie 2				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,15	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W		3,89	4,17	4,44
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,949	4,84	5,12	5,39
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>	GJ/a	262,1	51,4	48,6	46,1
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> ·A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>	MW	0,0315	0,0062	0,0058	0,0055
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		14 331	14 531	14 701
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		88	92	96
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		65 735	68 723	71 711
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		4,59	4,73	4,88
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	1,054	0,207	0,195	0,185
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg kosztorysu						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 68 723 zł		SPBT= 4,7 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach nad skrzydłem wschodnim		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A = 278,4 m <sup>2</sup> A <sub>kosz</sub> = 278,4 m <sup>2</sup>		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu pełnego z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,036 W/m*K						
Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1:		o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2 \text{K)/W}$ i współczynnika $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \text{K)}$				
wariant 2:		o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2 \text{K)/W}$ i współczynnika $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \text{K)}$				
wariant 3:		o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08	0,1	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> K/W		2,22	3,06	3,33
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	2,639	4,86	5,69	5,97
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>	GJ/a	35,1	19,1	16,3	15,5
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> ·A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>	MW	0,0042	0,0023	0,0020	0,0019
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		1 085	1 270	1 325
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		88	92	96
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		24 495	25 608	26 722
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		22,57	20,16	20,16
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,379	0,206	0,176	0,167
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub> Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 wg kosztorysu						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 61 910 zł		SPBT= 20,2 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien i drzwi		
<div>Dane:    powierzchnia okien    <math>A_{ok}=530\text{ m}^2</math> <math>V_{nom}=\Psi=10500\text{ m}^3/\text{h}</math> <math>V_{obl}=0,5\cdot V_{went}\cdot C_m</math> <math>V_{went}=15\,011\text{ m}^3</math> <math>C_w=1</math></div> <div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U, z wbudowanymi nawiewnikami higrosterowalnymi:</div> <div>wariant 1 : okna o współczynniku    <math>U=1,3\text{ W/m}^2\cdot\text{K}</math> wariant 2: okna o współczynniku    <math>U=1,0\text{ W/m}^2\cdot\text{K}</math> wariant 3: okna o współczynniku    <math>U=0,9\text{ W/m}^2\cdot\text{K}</math></div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m <sup>2</sup> K	2,6	1,3	1	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	0,70	0,70	0,70
		Cm	-	1,00	1,00	1,00
3	$8,64\cdot10^{-5}\cdot S_d\cdot A_{ok}\cdot U$	GJ/a	459	247	177	159
4	$2,94\cdot10^{-5}\cdot C_r\cdot C_w\cdot V_{nom}\cdot S_d$	GJ/a	1365	797	797	797
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	1825	1044	973	955
6	$10^{-6}\cdot A_{ok}\cdot (t_{w0}-t_{z0})\cdot U$	MW	0,0552	0,0297	0,0212	0,0191
7	$3,4\cdot10^{-7}\cdot V_{obl}\cdot (t_{w0}-t_{z0})$	MW	0,1225	0,1021	0,1021	0,1021
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,1777	0,1318	0,1233	0,1212
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/rok		46 165	50 970	52 171
10	Koszt jednostkowy okien $N_{OK}$	zł		1 257	1 357	1 457
11	Koszt wymiany okien $N_{OK}$	zł		666 788	719 834	772 880
12	$SPBT = (N_{ok}+N_w)/\Delta O_{ru}$	lata		14,44	14,12	14,81
<div>Podstawa przyjętych wartości</div> <div><math>N_u</math></div> <div>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 wg kosztorysu</div>						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	719 834 zł	SPBT=	14,1	lat

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany fundamentowe		
<div>Dane:<div>powierzchnia przegrody do obliczania strat<div><math>A = 92,9 \text{ m}^2</math></div></div><div>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia<div><math>A_{\text{kosz}} = 105,0 \text{ m}^2</math></div></div></div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: <div>o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego <math>R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}</math> i współczynnika <math>U &lt; 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math></div>						
wariant 2: <div>o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego <math>R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}</math> i współczynnika <math>U &lt; 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math></div>						
wariant 3: <div>o grubości 2 cm większej niż w wariantie 2</div>						
Lp.	Omówienie	Jedn .	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,05	0,08	0,1
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2\text{K/W}$		1,563	2,500	3,125
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	1,898	3,460	4,398	5,023
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	16,3	8,9	7,0	6,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0020	0,0011	0,0008	0,0007
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		501	631	690
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		151	164	177
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		15 855	17 220	18 585
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		31,65	27,31	26,93
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,527	0,289	0,227	0,199
Podstawa przyjętych wartości $N_U$ <div>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg kosztorysu</div>						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 17 220 zł		SPBT= 27,31 lat		

<b>7.2.6. 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	Ocieplenie ścian zewnętrznych	115 128	22,02
2	Ocieplenie stropodachu	68 723	4,70
3	Ocieplenie stropodachu części dobudowanej	61 910	20,2
4	Wymiana okien i drzwi	719 834	14,1
5	Ocieplenie ścian fundamentowych	17 220	27,31

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

Dane:  $Q_{0co} = 2\,115$  GJ/a

#### Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja co w złym stanie technicznym
- 2 Zainstalowane są grzejniki żeliwne
- 3 Brak zaworów termostatycznych
- 4 Węzeł ciepłowniczy jest w dobrym stanie technicznym
- 5 W węźle istnieje automatyka z regulacją pogodową

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

lp.	opis	Koszt [zł]	koszt z VAT [zł]
1	wymiana grzejników	76 500	94095
2	położenie nowej instalacji z materiałem	192 660	236971,8
3	montaż zaworów termostatycznych	5 950	7318,5
4	demontaż i wymiana grzejników wraz montażem zaworów	14 450	17773,5
<b>koszt</b>		<b>289 560</b>	<b>356 159</b>

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	MSC	MSC
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,95$	$\eta_w = 0,95$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,96$	$\eta_p = 0,98$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,80$	$\eta_r = 0,93$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,00$	$\eta_e = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} = 0,73$	$\eta = 0,87$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d = 0,91$	$w_d = 0,91$

#### Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	węzeł kompaktowy bez obudowy, moc 100 - 300 kW	bez zmian
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody poziome	przewody poziome izolowane, pionowe zaizolowane,



	izolowane (zły stan izolacji), pionowe nieizolowane	
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja 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 ciągu doby $w_d$	praca ciągła	bez zmian

### 7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,39	0,298
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	2115	1391
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta_{tot}$	-	<b>0,73</b>	<b>0,87</b>
4	Obniżenie nocne	-	0,91	0,91
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,85
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	<b>2241</b>	<b>1237</b>
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	113 395	62 592
8	Roczna opłata stała	zł/rok	56 565	43 222
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	<b>169 960</b>	<b>105 814</b>
11	Różnica	zł/rok		64 146
12	Koszt	zł		356 159
13	SPBT	lat		<b>5,6</b>

#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego  
war.opt

##### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu				
		1	2	3	4	5
1	Wymiana instalacji co	X	X	X	X	X
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych w skrzydle wschodnim	X	X	X	X	
3	Ocieplenie stropodachu	X	X	X		
4	wymiana stolarki okiennej i drzwi zewn.	X	X			
5	docieplenie ściany fundamentowej	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 [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5	1 277 064	3 000	1 280 064
2	1+2+3+4	1 259 844	3 000	1 262 844
3	1+2+3	540 010	3 000	543 010
4	1+2	471 287	3 000	474 287
5	1	356 159	3 000	359 159

#### 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. <sup>1)</sup>	$\eta$	$w_d$	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oplata c.o.+c.w.u.	$\Delta Q_{co+cwu}$	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,2980	1 391	0,870	0,91	1 455	68 371	0,0382	189	15 102	0,3362	1 644	83 474	1 008	38 143
2	0,2990	1 393	0,870	0,91	1 457	68 515	0,0382	189	15 102	0,3372	1 646	83 618	1 006	37 999
3	0,3350	1 665	0,870	0,91	1 742	80 092	0,0382	189	15 102	0,3732	1 931	95 194	721	26 423
4	0,3560	1 836	0,870	0,91	1 920	87 222	0,0382	189	15 102	0,3942	2 109	102 324	543	19 292
5	0,3900	2 115	0,870	0,91	2 212	98 876	0,0382	189	15 102	0,4282	2 401	113 979	250	7 638
0-stan istniejący	0,3900	2 115	0,730	0,85	2 463	106 514	0,0382	189	15 102	0,4282	2 652	121 617		

variant wybrany do realizacji

- 1) - wyniki z programu Audytor OZC 6.6Pro - obliczenie mocy  
 2) - wyniki z programu Audytor OZC 6.6Pro - obliczenie zużycia ciepła

### 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
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Wymiana instalacji co	1 280 064	38 143	38,0%	0	0,0%	256 013	204 810	76 286
	Ocieplenie ścian zewnętrznych								
	Ocieplenie stropodachu								
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej				1 280 064	100,0%			
	Ocieplenie ścian fundamentowych								
2	Wymiana instalacji co	1 262 844	37 999	37,9%	0	0,0%	252 569	202 055	75 998
	Ocieplenie ścian zewnętrznych								
	Ocieplenie stropodachu				1 262 844	100,0%			
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej								
3	Wymiana instalacji co	543 010	26 423	27,2%	0	0,0%	108 602	86 882	52 845
	Ocieplenie ścian zewnętrznych								
	Ocieplenie stropodachu				543 010	100,0%			
4	Wymiana instalacji co	474 287	19 292	20,5%	0	0,0%	94 857	75 886	38 585
	Ocieplenie ścian zewnętrznych				474 287	100,0%			
5	Wymiana instalacji co	359 159	7 638	9,4%	0	0,0%	71 832	57 465	15 276
					359 159	100,0%			

#### 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:

- wymiana instalacji co
- ocieplenie stropodachu
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- wymiana okien z montażem nawiewników higrosterowanych i drzwi zewnętrznych
- ocieplenie ścian fundamentowych

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 38,0% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora

## 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. Wymianę instalacji c.o. obejmująca
  - wymianę grzejników
  - wymianę przewodów
  - montaż zaworów termostatycznych
 ułożenie nowej instalacji centralnego ogrzewania
2. Ocieplenie stropodachu pełnego przez położenie na istniejącej konstrukcji styropianu (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 15 cm.
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,032 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 12 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem, oraz ścian fundamentowych styropianem o grubości 8 cm
4. Wymianę istniejących okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  wraz z montażem nawiewników higrosterowanych
5. Wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

### 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
1	Wymiana instalacji c.o.	-	-	356 159
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	702	164	115 128
3	Ocieplenie stropodachu	747	92	68 723
4	Wymiana okien i drzwi zewnętrznych	530,46	1 357	719 834
5	Ocieplenie ścian fundamentowych	105	164	17 220
6	Koszt audytu	-	-	3 000
			<b>SUMA</b>	<b>1 280 064</b>

### 8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 2)

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		<b>1 280 064,1 zł</b>
Udział środków własnych inwestora:	0,0%	<b>- zł</b>
Kredyt bankowy	100,0%	<b>1 280 064,1 zł</b>
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		<b>256 012,8 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT		<b>33,6</b>

### 8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku o kredyt bankowy;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

<b>ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU</b>	
Załącznik 1	Obliczenie opłat za zużycie ciepła
Załącznik 2	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 3	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 4	Obliczenie współczynników przenikania przegród - wydruk komputerowy
Załącznik 5	Rzuty architektoniczne budynku



**Załącznik nr 1**

**Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**

**Opłaty za zużycie ciepła wg faktur**

Założenia:

- budynek szkolny
- opłaty bez zmian przed i po modernizacji budynku

**Przed modernizacją**

		<b>Ceny bez VAT</b>	<b>Ceny z VAT 23%</b>
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	9 826,50	12 086,60
Przesył	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>9 826,50</b>	<b>12 086,60</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	41,14	50,60
Przesył	zł/GJ	0,00	0,00
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>41,14</b>	<b>50,60</b>
<b>Abonament</b>	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	<b>0</b>	<b>0</b>

**Po modernizacji**

		<b>Ceny bez VAT</b>	<b>Ceny z VAT 23%</b>
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	9 826,50	12 086,60
Przesył	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>9 826,50</b>	<b>12 086,60</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	41,14	50,60
Przesył	zł/GJ	0,00	0,00
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>41,14</b>	<b>50,60</b>
<b>Abonament</b>	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	<b>0</b>	<b>0</b>

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

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

*Uwaga: instalacja c.w.u. nie ulega zmianom*

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody $c_w$	kJ/(kg·dK)	4,19	4,19
gęstość wody $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{cw}$	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·dzień)	0,8	0,8
powierzchnia ogrzewana $A_f$	m <sup>2</sup>	4415	4415
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym $\theta_{cw}$	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu $k_R$	-	0,55	0,55
liczba dni w roku $t_R$	dzień	329	329
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{cw} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	<b>33 474</b>	<b>33 474</b>
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,91	0,91
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,7	0,7
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1	1
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1	1
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,637	0,637
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	<b>52 549</b>	<b>52 549</b>
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	<b>189</b>	<b>189</b>

Audyt Energetyczny budynku Zespołu Szkół nr 1, ul. Bohaterów Warszawy 4 w Mrągowie  
**Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników	os.	525	525
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 $V_{cw}$	l	25	25
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,729	0,729
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,022	2,022
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	77,2	77,2
<b>Średnia moc c.w.u.</b> $q_{cwu}^{\acute{s}r} = q_{cwu}^{max} / N_h$	<b>kW</b>	<b>38,2</b>	<b>38,2</b>

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

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	0,2980	1391
2	0,2990	1393
3	0,3350	1665
4	0,3560	1836
5	0,3900	2115
0 - stan istniejący	0,3900	2115



**Rzut parteru**



**Rzut I piętra**









