

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Zespołu Szkół nr 6, osiedle Pawlikowskiego w Żorach

Adres budynku:	<i>ulica:</i> osiedle Pawlikowskiego <i>kod:</i> 44-240 <i>mięscowość:</i> Żory <i>powiat:</i> Żory <i>województwo:</i> Śląskie
Wykonawca audytu:	<i>imię i nazwisko :</i> Aneta Groszek <i>tytuł zawodowy:</i> mgr inż. <i>nr opracowania</i> 35/2015

TABELA 1 STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU

1.1 Rodzaj budynku	budynek oświatowy		1.2 Rok budowy	1983
1.3 Inwestor	nazwa lub imię i nazwisko	Gmina Miejska Żory	1.4 Adres budynku	Zespół Szkół nr 6
	ulica, nr	Al. Wojska Polskiego 25	ulica, nr	os. Pawlikowskiego
	kod	44-240	kod	44-240
	mięscowość	Żory	mięscowość	Żory

2. NAZWA, ADRES I NUMER REGON PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT

MIASTOPROJEKT ZABRZE
 ul. Wolności 94, 41-800 Zabrze
 REGON: 241305419
 Tel. 888 364 677, 791 818 486

3. IMIĘ I NAZWISKO, ADRES AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS

mgr inż. Aneta Groszek

ul. Wolności 94 41-800 Zabrze, tel. +48 888 364 677

1. Ukończone szkolenie "*Świadectwo charakterystyki energetycznej budynku*", w dniu 27.09.2009, EMT-SYSTEMS, TECHNOPARK GLIWICE
2. Ukończone studia podyplomowe w 2011 roku: "*Audyting energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków*", POLITECHNIKA ŚLĄSKA w Gliwicach, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

_____ podpis

4. WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRESY PRAC

Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego
1.		
2.		

5. MIEJSCOWOŚĆ : Zabrze **data wykonania opracowania:** 1 grudzień 2015

6. SPIS TREŚCI : **str.**

1.	Strona tytułowa audytu energetycznego.	2
2.	Karta audytu energetycznego budynku.	3-4
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora.	5
4.	Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku.	6-9
5.	Ocena stanu technicznego budynku.	10-11
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych.	12
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.	13-25
8.	Opis wariantu optymalnego.	26

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU OŚWIATOWEGO			
1.	DANE OGÓLNE	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	wielka płyta	
2.	Liczba kondygnacji	Segment A,B,C,D – 3, segment E, łączniki -1	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	24 688,79	24 688,79
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	7 481,45	7 481,45
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	-	-
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	7 481,45	7 481,45
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	779	779
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	indywidualny (gaz)	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	z sieci ciepłowniczej	
11.	Współczynnik A/V [l/m]	0,34	0,34
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2.	WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE [W/m ² K]	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	0,81	0,24
2.	Stropodachy	0,87	0,19
3.	Dach nad salą gimnastyczną	0,68	0,18
4.	Strop nad piwnicą	1,74	1,67
5.	Okna	1,3 / 2,6	1,3 / 1,3
6.	Drzwi zewnętrzne	1,7 / 3,1	1,7 / 1,7
3.	SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU OGRZEWANIA	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłu	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4.	SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,85	0,85
2.	Sprawność przesyłu	0,50	0,50
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,60	0,60
5.	CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, nawietrzniki/ kanały	okna, nawietrzniki/ kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	49 828	49 828
4.	Krotność wymian powietrza [l/h]	2,02	2,02

5.	CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU		Stan przed termomoder.	Stan po termomoder.
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	525,06	355,23
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania c.w.u.	[kW]	4,67	4,67
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	4 252,60	2 823,99
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	4 804,00	3 190,00
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	496,14	496,14
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	3 405,98	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/m²rok]	157,91	104,86
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/m²rok]	178,38	118,45
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	0	0
6.	OPLATY JEDNOSTKOWE (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomoder.	Stan po termomoder.
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	33,24	33,24
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	10 524,75	10 524,75
3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej	[zł/m3]	-	-
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na miesiąc	[zł]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej	[zł/(MW m-c)]	1,84	1,22
6.	Inne - opłata abonamentowa	[zł]	0,0	0,0
7.	Oddziaływanie na środowisko		Stan przed termomoder.	Stan po termomoder.
1.	Emisja CO2 [ton/a]		840,39	634,96
2.	Emisja SO2 [kg/a]		2 583,10	1 818,60
3.	Emisja NO2 [kg/a]		557,10	512,10
4.	Emisja CO [kg/a]		4 820,10	2 658,80
5.	Emisja B(a)P [kg/a]		0,019	0,011
6.	Emisja Pył [kg/a]		1 742,80	964,70
8.	CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO			
Planowana kwota kredytu [zł]		2 314 061,03	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	30,4%
Planowane koszty całkowite [zł]		2 722 424,74	Premia termomodernizacyjna [zł]	150 191,89
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		75 095,95		

3 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTYWANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA	
3.1. Dokumentacja projektowa:	
1 Inwentaryzacja własna przeprowadzona na potrzeby audytu. 2 Zestawienie zużycia ciepła na cele c.o. za 2014	
3.2. Inne dokumenty:	
Normy i rozporządzenia: ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną. ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych. Ze zmianami z dnia 13.X.2015. ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 28 lutego 2015r. w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych. ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690); ostatnia zmiana z dnia 5 lipca 2013r. Dalej zwane Warunkami Technicznymi. ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.” ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania” ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”. ° Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego” ° Polska Norma PN-EN 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia”.	
3.3. Osoby udzielające informacji:	
Dyrekcja Zespołu Szkół nr 6	
3.4. Data wizji lokalnej:	
listopad 2015	
3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)	
<ul style="list-style-type: none"> - Obniżenie kosztów ogrzewania budynku. - Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów. - W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień: <ul style="list-style-type: none"> • ocieplenie ścian zewnętrznych 	
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 :	15% kosztów całkowitych
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora :	85% kosztów całkowitych

4 INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA BUDYNKU							
4.1 OGÓLNE DANE TECHNICZNE							
1.	Własność	prywatna	spółdzielcza	gminna	X		
2.	Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	użyteczności publicznej	X		
3.	Budynek	wolnostojący bliźniak	X segmentowy blok mieszkalny, wielorodzinny	jednorodzinny			
4.	Rok ukończenia budowy	1983					
5.	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 X Wk-70 SBM-75 ZSBO "Stolica" żelbetowa tradycyjna ramowa szkieletowa inna, jaka:					
6.	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	2 643,05	16.	Liczba klatek schodowych	-		
7.	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	35 072,0	17.	Liczba kondygnacji	segment A ,B,C,D – 3 segment E, łączniki - 1		
8.	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii [m ³]	24 688,79	18.	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	kondygnacje nadziemna sala gimnastyczna	3,30 6,50	
9.	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m ²]	-	19.	Liczba osób	779		
10.	Pow. korytarzy i klatek [m ²]	-	20.	Liczba mieszkań	-		
11.	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	-	21.	Liczba pom. o powierzchni <50 m ²	-		
12.	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] podać przeznaczenie pomieszczeń	-	22.	Liczba pom. o powierzchni 50-100 m ²	-		
13.	Powierzchnia lokali użytkowych i pomieszczeń ogrzewanych niemieszkalnych [m ²]	7 481,45	23.	Liczba pom. o powierzchni >100 m ²	-		
14.	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m ²]	7 481,45	24.	Liczba pom z WC w łazience	9		
15.	Budynek podpiwniczony	tak	25.	Liczba pom. z WC osobno	-		
¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru ²⁾ wg PN-ISO 9836 Właściwości użytkowe w budownictwie-Określanie i obliczanie wskaźników pow. i kubaturowych							
4.2 SZKIC BUDYNKU							

4.3 OPIS TECHNICZNY PODSTATOWYCH ELEMENTÓW BUDYNKU**DANE W STANIE
ISTNIEJĄCYM**

Budynek jest obiektem wolnostojącym, jest budynkiem użyteczności publicznej, pełniącym rolę szkoły podstawowej i gimnazjum. Obiekt składa się z 5 segmentów, połączonych łącznikami. Segment A, B, C i D – to budynki 3-kondygnacyjne, podpiwniczone. Segment E – sala gimnastyczna z zapleczem, jednokondygnacyjna, niepodpiwniczona. Łącznik duży – jednokondygnacyjny, podpiwniczony. Łącznik mały – jednokondygnacyjny, niepodpiwniczony. Budynek Zespołu Szkół nr 6 wykonany w technologii wielkiej płyty.

Budynek użytkowany jest od poniedziałku do piątku w godzinach od 5.30 do 18.00

1	Ściany zewnętrzne	wielka płyta, pokryta płytami azbestowymi
2	Stropodach	niewentylowany, płyta stropowa żelbetowa, kryty papą
3	Stropy	strop żelbetowy kanałowy
4	Okna	Okna w ok.90% wymienione na nowe z PCV. Pozostałe to okna drewniane w złym stanie technicznym.
5	Drzwi zew.	Drzwi zewnętrzne wejść głównych do szkoły podstawowej i gimnazjum usytuowane w łącznikach od strony zachodniej, wymienione na nowe aluminiowe z przeszklaniem. W części środkowej łącznika dużego usytuowano dwa wejścia od strony północnej i południowej - drzwi nowe, aluminiowe z przeszklaniem. Drzwi wejściowe segmentu E od strony zachodniej nowe, aluminiowe z przeszklaniem. Pozostałe drzwi zewnętrzne w obiekcie szkolnym to drzwi metalowe, drewniane w złym stanie technicznym.
6	Inne	-

4.4 CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU			DANE W STANIE ISTNIEJĄCYM
1.	Zamówiona moc cieplna na c.o.	[kW]	530,10
2.	Zamówiona moc cieplna na c.w.u. (q _{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.	[kW]	525,06
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.w.u.	[kW]	4,67
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ/rok]	4 252,60
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ/rok]	4 804,00
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył)	[zł/MW/m-c]	10 524,75
	opłata zmienna (za ciepło + przesył)	[zł/GJ]	33,24
	opłata abonamentowa miesięcznie	[zł/m-c]	0,0
4.5 CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU OGRZEWANIA			DANE W STANIE ISTNIEJĄCYM
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z sieci ciepłowniczej do budynku. Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym. Układ zamknięty. Instalacja wykonana z rur stalowych. Przewody rozprowadzające usytuowane są pod stropem piwnic.	
2.	Parametry pracy instalacji	90 / 70 °C	
3.	Przewody w instalacji	stalowe, prowadzone po wierzchu.	
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne członowe, stalowe płytowe, rurowe	
5.	Oślonięcie grzejników	brak	
6.	Zawory termostatyczne	tak	
7.	Zabezpieczenie	przeponowe naczynie wzbiorcze typu zamkniętego	
8.	Odpowietrzenie	na pionach	
9.	Zbiornik akumulacyjny	brak	
10.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę	5 / 24	
11.	Modernizacja instalacji po 1984	tak (wymiana części grzejników na konwektorowe z zaworami termostatycznymi, automatyzacja odpowietrzenia na pionach instalacji, regulacja pogodowa i ciepłomierz w węźle)	
Sprawność systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	η _g	0,95
2.	Sprawność przesyłania	η _d	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	η _e	0,88
4.	Sprawność akumulacji	η _s	1,00
5.	Sprawność całkowita systemu	η _{tot}	0,75
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w _t	0,85
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w _d	1,00

4.6 CHARAKTERYSTYKA INSTALACJI CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ		DANE W STANIE ISTNIEJĄCYM
1.	Rodzaj instalacji	c.w.u. przygotowywana indywidualnie – centralnie w kotłach gazowych
2.	Przewody instalacji	stalowe, PP
3.	Zbiornik akumulacyjny	2 x 500l.
4.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	tak (wody zimnej)
5.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg pomiaru (dotyczy c.w.u. z sieci ciepłowniczej)	-
4.7 CHARAKTERYSTYKA WĘZŁA CIEPŁNEGO LUB KOTŁOWNI ZNAJDUJĄCEJ SIĘ W BUDYNKU		DANE W STANIE ISTNIEJĄCYM
Instalacja c.o. zasilana z grupowego węzła ciepłowniczego, zlokalizowanego z budynku wymiennikowni. Węzeł cieplny usytuowany w piwnicy budynku z ciepłomierzem i automatyką pogodową.		
4.8 CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		DANE W STANIE ISTNIEJĄCYM
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, nawietrzniki / kanały
3.	Strumień powietrza wentylowanego [m ³ /h]	49 828
4.	Liczba wymian [1/h]	2,02

5 OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

5.1. OCENA STANU TECHNICZNEGO PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW BUDYNKU

Lp.	Przegrody	U [W/ m ² K]	R [m ² K/W]	U [W/ m ² K] max	R [m ² K/W] min
		Istniejące		Wymagane *)	
1	Ściany zewnętrzne	0,81	1,24	0,25	4,0
2	Stropodachy	0,87	1,15	0,20	4,5
3	Dach nad salą gimnastyczną	0,68	1,48	0,20	4,5
4	Strop nad piwnicą	1,74	0,57	0,25	2,0
5	Okna	1,3 / 2,6	-	1,3	-
6	Drzwi zewnętrzne	1,7 / 3,1	-	1,7	-

*) wartości wymagane, jeżeli inwestor korzysta z Ustawy termomodernizacyjnej

5.2 OCENA STANU TECHNICZNEGO SYSTEMU OGRZEWANIA

Instalacja wewnętrzna c.o. zasilana jest z grupowego węzła ciepłowniczego, do którego czynnik grzejny dostarczany jest z sieci ciepłowniczej. Z wymiennikowego węzła ciepłego zlokalizowanego w budynku wymiennikowni, siecią ciepłowniczą czynnik grzewczy dostarczany jest do budynku, gdzie poprzez układ rozdzielczy rozprowadzany jest po instalacji wewnętrznej. Instalacja wewnętrzna tradycyjna, dwururowa z dolnym rozdziałem wodnym, wykonana jest z rur stalowych i wyposażona jest w grzejniki żeliwne członowe typu T-1, grzejniki stalowe płytowe. Przewody prowadzone są po tynku oraz częściowo w brzdach ściennych. Na poziomie piwnicy przewody rozprowadzające zaizolowane.

5.3 OCENA STANU TECHNICZNEGO INSTALACJI CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

Ciepła woda przygotowywana jest indywidualnie za pomocą kotłów gazowych z zasobnikami

5.4 OCENA STANU TECHNICZNEGO WĘZŁA CIEPŁEGO LUB KOTŁOWNI ZNAJDUJĄCEJ SIĘ W BUDYNKU

Instalacja c.o. zasilana z węzła ciepłowniczego, zlokalizowanego w piwnicy budynku z ciepłomierzem i automatyką pogodową.

5.5 OCENA STANU TECHNICZNEGO WENTYLACJI

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Stan techniczny przewodów kominowych wg ostatniej ekspertyzy kominiarskiej jest zgodny z obowiązującymi wymaganiami technicznymi.

ZBIORCZE ZESTAWIENIE OCENY STANU ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU I MOŻLIWOŚCI POPRAWY		
Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u></p> <p>Przegrody zewnętrzne mają niezadawalającą wartość współczynnika przenikania ciepła U [W/m²K]</p> <p>Załącznik nr 1</p>	<p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany współczynnik przenikania ciepła U [W/m²K]</p> <ul style="list-style-type: none"> - dla ścian $U_{\max} = 0,25$ W/m²K - dla stropodachu $U_{\max} = 0,20$ W/m²K - dla stropu nad piwnicą $U_{\max} = 0,25$ W/m²K
2.	<p><u>Okna</u></p> <p>Część okien budynku ma niezadawalającą wartość współczynnika przenikania ciepła U [W/m²K].</p> <p>$U = 2,6$</p>	<p>Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku U nie większym niż 1,3 W/m²K</p>
3.	<p><u>Wentylacja grawitacyjna.</u></p> <p>Nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza.</p>	<p>Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników.</p>
4.	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></p> <p>c.w.u. przygotowywana indywidualnie, za pomocą podgrzewaczy gazowych.</p>	<p>Nie przewiduje się modernizacji.</p>
5.	<p><u>System grzewczy</u></p> <p>Instalacja c.o. w dobrym stanie technicznym, zmodernizowana po 1984 roku.</p>	<p>Nie przewiduje się modernizacji.</p>

6 WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIENÍ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO		
Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie styropianem - system ETICS
2	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodachy i dach sali gimnastycznej	Ocieplenie styropapą
3	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenie strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien oraz montaż nawiewników okiennych w całym budynku
		Wymiana drzwi zewnętrznych

7	OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACYJNEGO	
7.1.	WSKAZANIE RODZAJÓW USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO	
Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
I	Ulepszenie dotyczące zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane	Ocieplenie ścian zewnętrznych
		Ocieplenie stropodachów
		Ocieplenie dachu sali gimnastycznej
	Ulepszenie dotyczące zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenia strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien + montaż nawiewników okiennych w całym budynku
		Wymiana drzwi zewnętrznych
Uwagi		

OCENA OPŁACALNOŚCI I WYBORU USPRAWNIEŃ DOT. ZMNIEJSZENIA STRAT PRZECZ PRZENIKANIE PRZECZ PRZEGRODY I ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO NA OGRZANIE POWIETRZA WENTYLOWANEGO

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 lub zamurowaniu okien piwnic i poddasza oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jednostki
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
Temperatura obliczeniowa piwnicy t_p^{**}		8,9	10,5	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd *	dla przegród zewnętrznych	3 743	3 743	dzień·K·a
	dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą	1 867	2 180	dzień·K·a
Ceny dla PEC S.A. Jastrzębie-Zdrój – grupa taryfowa W-33-B1				
O_{0m}, O_{1m}		10 524,75	10 524,75	zł/(MW·mc)
O_{0z}, O_{1z}		33,24	33,24	zł/GJ
A_{b0}, A_{b1}		0,0	0,0	zł/m-c

* liczbę stopniocdni standardowych przyjęto dla stacji meteorologicznej w Katowicach w oparciu o dane z Ministerstwa Infrastruktury

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:				A = 4 956,9 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz} = 5 217,8 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu ulepszenia						
Opis wariantów ulepszenia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych z użyciem styropianu						
o współczynniku przewodności λ = 0,032 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika U=max. 0,25 W/m2*K						
Wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantie poprzednim						
Wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantie poprzednim						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istn.	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m	-	0,12	0,13	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W	-	3,75	4,06	4,38
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,42	4,17	4,49	4,80
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _C	GJ/a	646,3	223,8	208,2	194,6
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,160	0,048	0,044	0,041
6	Roczna oszczędność kosztów (w _{d0} *w _{t0} *Q _{0CO} *O _{OZ} /η ₀ - w _{d1} *w _{t1} *Q _{0C1} *O _{1Z} /η ₁)+12(q _{0U} *O _{om} - q _{1U} *O _{1m})+12(Δb ₀ - Δb ₁) Δo _{rco} =	zł/a	-	30 011	31 101	31 991
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	325,20	350,20	375,20
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł	-	1 696 816	1 827 262	1 957 707
9	SPBT= N _U /Δo _{rco}	lata	-	56,5	58,8	61,2
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,81	0,24	0,22	0,21
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Cenę jednostkową 1m ² docieplenia ścian przyjęto wg średnich cen lokalnych.						
Cena jednostkowa zł/m ² obejmuje koszt materiałów i robocizny (z VAT) wraz wykończeniem wokół okien i parapetami oraz usunięcie płyt azbestowych.						
Koszt ulepszenia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem okien i drzwi (A _{kosz})						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 1 696 816 zł		SPBT= 56,5 lat		

7.2.2

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Przegroda

Stropodach

Dane:

powierzchnia przegrody do obliczania strat

$A = 2\,360,2\text{ m}^2$

powierzchnia przegrody do obliczania kosztu ulepszenia

$A_{\text{kosz}} = 2\,242,2\text{ m}^2$

Opis wariantów ulepszenia

Przewiduje się ocieplenie stropodachu styropapą

o współczynniku przewodności $\lambda = 0,031\text{ W/mK}$.

Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika $U = \max. 0,20\text{ W/m}^2\text{K}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m	-	0,13	0,14	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	4,19	4,52	4,84
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	1,15	5,34	5,66	5,98
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	332,4	83,3	78,5	74,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,082	0,018	0,017	0,016
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta o_{\text{rco}} = (w_{d0} \cdot w_{t0} \cdot Q_{0CO} \cdot O_{OZ} / \eta_0 - w_{d1} \cdot w_{t1} \cdot Q_{0C1} \cdot O_{1Z} / \eta_1) + 12(q_{0U} \cdot O_{om} - q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a	-	17 437	17 743	18 028
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-	301,41	311,41	321,41
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł	-	675 810	698 232	720 653
9	SPBT= $N_U / \Delta o_{\text{rco}}$	lata	-	38,8	39,4	40,0
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,87	0,19	0,18	0,17

Podstawa przyjętych wartości N_U

Cenę jednostkową 1m² docieplenia stropodachu przyjęto wg średnich cen lokalnych.

Cena jednostkowa zł/m² obejmuje koszt materiału i robocizny (z VAT).

Koszt ulepszenia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu (A_{kosz})

Wybrany wariant :1

Koszt : 675 810 zł

SPBT= 38,8 lat

7.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach nad salą gimnastyczną		
Dane:				A = 763,0 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz} = 724,9 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu ulepszenia						
Opis wariantów ulepszenia						
Przewiduje się ocieplenie dachu nad salą gimnastyczną styropapą						
o współczynniku przewodności λ = 0,031 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika U=max. 0,20 W/m2*K						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariancie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariancie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m	-	0,12	0,13	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m²K/W	-	3,87	4,19	4,52
3	Opór cieplny R	m²K/W	1,48	5,35	5,67	6,00
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _C	GJ/a	83,2	26,9	25,3	24,0
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} -t _{z0})·U _C	MW	0,021	0,006	0,005	0,005
6	Roczna oszczędność kosztów Δo _{rco} = (w _{d0} ·w _{t0} ·Q _{0CO} ·O _{0Z} /η ₀ -w _{d1} ·w _{t1} ·Q _{0C1} ·O _{1Z} /η ₁)+12(q _{0U} ·O _{0m} -q _{1U} ·O _{1m})+12(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a	-	4 008	4 195	4 244
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m²	-	270,48	280,48	290,48
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł	-	196 068	203 318	210 567
9	SPBT= N _U /Δo _{rco}	lata	-	48,9	48,5	49,6
10	U ₀ , U ₁	W/m²K	0,68	0,19	0,18	0,17
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Cenę jednostkową 1m² docieplenia dachu przyjęto wg średnich cen lokalnych.						
Cena jednostkowa zł/m² obejmuje koszt materiału i robocizny (z VAT).						
Koszt ulepszenia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu (A _{kosz})						
Wybrany wariant :2		Koszt :		203 318 zł	SPBT= 48,5 lat	

7.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie lub zamurowaniu okien oraz poprawie systemu wentylacji.				Przedsięwzięcie	
				wymiana okien + montaż nawiewników	
<div>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 48,3 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 98 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi * C_m$ $C_w = 1,0$</div>					
Opis wariantów ulepszenia					
Ulepszenie obejmuje wymianę okien w złym stanie technicznym na bardziej szczelne o niższym współczynniku przenikania oraz montaż nawiewników okiennych w całym budynku					
wariant 1: okna z PCV					

7.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych				Przedsięwzięcie		
				wymiana drzwi zewnętrznych		
<div>Dane: powierzchnia drzwi $A_{dz} = 48,9 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 98 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi * C_m$ $C_w = 1$</div>						
Opis wariantów ulepszenia						
Ulepszenie obejmuje wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na bardziej szczelne o niższym współczynniku przenikania:						
wariant 1:		drzwi aluminiowe	U= 1,5	a< 0,3		
wariant 2:		drzwi aluminiowe	U= 1,7	a< 0,3		
Lp.	Omówienie		Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
					1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi zewnętrznych U		W/m²K	3,1	1,5	1,7
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji		C_R	-	1,3	1,0
			C_m	-	1,5	1,0
3	$8,64*10^{-5}*S_d*A_{dz}*U$		GJ/a	24,5	13,8	15,7
4	$2,94*10^{-5}*C_r*C_w*V_{nom}*S_d$		GJ/a	3554,6	3193,7	3193,7
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4),$		GJ/a	3579,1	3207,5	3209,4
6	$10^{-6}*A_{dz}*(t_{w0}-t_{z0})*U$		MW	0,0061	0,0029	0,0033
7	$3,4*10^{-7}*V_{obl}*(t_{w0}-t_{z0})$		MW	0,0020	0,0013	0,0013
8	$q_0, q_1 = (6) + (7),$		MW	0,0081	0,0042	0,0046
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta o_{ru} = (x_0*Q_{0U}*O_{0z} - x_1*Q_{1U}*O_{1z})+12*(y_0*q_{0U}*O_m - y_1*q_{1U}*O_m) +12*(Ab_0 - Ab_1)$		zł/rok	-	12 845	12 731
10	Koszt wymiany drzwi zewnętrznych N_{dz}		zł	-	57 140	49 800
11	$SPBT = N_{dz}/\Delta O_{ru}$		lata	-	4,40	3,90
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Ceny jednostkowe wymiany 1m² drzwi zewnętrznych przyjęto wg średnich cen lokalnych.						
wariant 1:		wymiana drzwi (U=1,5)	48,9 m² drzwi*	1 167,79 zł/m² =	57 140 zł	
wariant 2 :		wymiana drzwi (U=1,7)	48,9 m² drzwi*	1 017,79 zł/m² =	49 800 zł	
Wybrany wariant : 2			Koszt :	49 800 zł	SPBT=	3,9 lat

**7.2.6 ZESTAWIENIE OPTYMALNYCH USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ W KOLEJNOŚCI
ROSNAĄCEJ WARTOŚCI SPBT**

<i>Lp.</i>	<i>Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego</i>	<i>Planowane koszty robót, zł</i>	<i>SPBT, lata</i>
1	Wymiana okien + montaż nawiewników okiennych w całym budynku	94 274	1,40
2	Wymiana drzwi zewnętrznych	49 800	3,90
3	Ocieplenie stropodachu	675 810	38,76
4	Ocieplenie dachu nad salą gimnastyczną	203 318	48,47
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 696 816	56,54

Uwagi:

7.3. OCENA I WYBÓR WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO POPRAWIAJĄCEGO SPRAWNOŚĆ SYSTEMU GRZEWZEGO				
Dane: $Q_{oco} = 4\,252,60$ GJ/a $w_t = 0,85$ $w_d = 1,00$ $\eta_{tot} = 0,75$				
Przewiduje się następujące ulepszenia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymogów technicznych:				
1 Wykonanie regulacji hydraulicznej instalacji c.o. (nastawa zaworów podpionowych i zaworów termostatycznych) – 2 406,18 zł				
W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych ulepszeń (w załączniku 3 uzasadniono przyjęcie poniższych wartości)				
Lp.	Rodzaj sprawności	Współczynniki sprawności		
		przed modernizacją	po modernizacji	
	Rodzaj systemu zasilania	sieć ciepłownicza		
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,95$	$\eta_g = 0,95$	
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,90$	$\eta_d = 0,90$	
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,88$	$\eta_e = 0,88$	
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$	
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} = 0,75$	$\eta_{tot} = 0,75$	
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$	
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$	
Ocena proponowanego przedsięwzięcia				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Obliczeniowa moc cieplna c.o.	MW	0,525	0,355
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	4 252,60	2 823,99
3	Całkowita sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,75	0,75
4	Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	-	0,85	0,85
5	Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby w_d	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	4 804	3 190
7	Opłata zmienna O_z	zł/GJ	33,24	33,24
8	Opłata stała O_m	zł/(MW·mc)	10 524,75	10 524,75
9	Abonament A_b	zł/m-c	0,0	0,0
11	Roczna oszczędność kosztów energii Δo_{rco}	zł/rok		75 096
12	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		2 406
13	SPBT = $N_{co} / \Delta o_{rco}$	lat		0,032
$\Delta o_{rco} = (x_0 \cdot w_{d0} \cdot Q_{oco} \cdot O_{0z} / \eta_{tot0} - x_1 \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{1z} / \eta_{tot1}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0m} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1m} \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1)$				

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

7.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia ulepszeń zestawionych w punkcie 7.2.6:

	KOSZT [zł]
1 Instalacja c.o. - regulacja hydrauliczna instalacji c.o.	2 406
2 Okna + montaż nawiewników – wymiana okien w złym stanie technicznym oraz montaż nawiewników okiennych w całym budynku	94 274
3 Drzwi zewnętrzne – wymiana drzwi zewnętrznych	49 800
4 Stropodachy – ocieplenie stropodachów	675 810
5 Dach nad salą gimnastyczną – ocieplenie dachu nad salą gimnastyczną	203 318
6 Ściany zewnętrzne – ocieplenie ścian zewnętrznych	1 696 816
SUMA zł	2 722 425

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Lp.	Zakres	Nr wariantu					
		1	2	3	4	5	6
1	Instalacja c.o.	X	X	X	X	X	X
2	Okna + montaż nawiewników	X	X	X	X	X	
3	Drzwi zewnętrzne	X	X	X	X		
4	Stropodachy	X	X	X			
5	Dach nad salą gimnastyczną	X	X				
6	Ściany zewnętrzne	X					
KOSZT WARIANTU [zł]		2 722 425	1 025 609	822 291	146 481	96 680	2 406

7.4.2. Obliczenie oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = w_{d0} * w_{t0} * Q_{0CO} / \eta_{tot0} + O_{0CW}$$

$$Q_1 = w_{d1} * w_{t1} * Q_{1CO} / \eta_{tot1} + O_{1CW}$$

$$\Delta Q_r = Q_{0r} - Q_{1r}$$

$$q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$$

$$q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$$

$$N_c = N + N_{dod}$$

$$Q_{0r} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

Nr wariantu	C.O.				C.W.		C.O. + C.W.		koszt energii		koszt termomod.	
	Q_{0CO}	q_{0CO}	η_0	w_{d0}	Q_{0CW}	q_{0CW}	Q_0	q_0	Q_{0r}	ΔQ_r	N	SPBT
	Q_{1CO}	q_{1CO}	η_1	w_{d1}	Q_{1CW}	q_{1CW}	Q_1	q_1	Q_{1r}			
	GJ/rok	kW	-	-	GJ/rok	kW	GJ/rok	kW	zł/rok	zł/rok	zł	lata
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
stan istn.	4 252,60	525,06	0,75	1,00	496,14	4,67	5 300,38	529,73	243 088	-	-	-
1	2 823,99	355,23	0,75	1,00	496,14	4,67	3 686,46	359,90	167 993	75 096	2 722 425	36,3
2	2 880,62	361,82	0,75	1,00	496,14	4,67	3 750,43	366,49	170 951	72 137	1 025 609	14,2
3	3 535,78	441,20	0,75	1,00	496,14	4,67	4 490,58	445,87	205 579	37 509	822 291	21,9
4	4 210,60	520,42	0,75	1,00	496,14	4,67	5 252,94	525,09	240 925	2 163	146 481	67,7
5	4 223,80	521,92	0,75	1,00	496,14	4,67	5 267,85	526,59	241 610	1 478	96 680	65,4
6	4 252,60	525,06	0,75	1,00	496,14	4,67	5 300,38	529,73	243 088	0	2 406	0,0

$$w_t = 0,85$$

$$O_z = 33,24 \text{ zł/GJ}$$

$$O_m = 10 524,75 \text{ zł/MWm-c}$$

$$O_m = 10,52475 \text{ zł/kWm-c}$$

$$Q_{ogrz} = w_d * w_t * Q_{CO} / \eta_{tot}$$

$$K_{ogrz} = (Q_{ogrz} * O_z + q_{co} * O_m * 12) / (A * 12)$$

$$A = 7 481,45 \text{ m}^2 \quad - \text{powierzchnia użytkowa części ogrzewanej}$$

$$K_{cw} = Q_{cwj} * O_z$$

Nr wariantu	Q_{ogrz}	q_{co}	K_{ogrz}	N_{dod}	Q_{0CW}	q_{0CW}	Q_{0CWj}	K_{0cw}
	Q_{1CW}	q_{1CW}	Q_{1CWj}	K_{1cw}				
	GJ/rok	kW	zł/m	zł	GJ/rok	kW	-	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9
stan istn.	4 804,24	525,06	1,84	0	496,14	4,67	0,05	1,60
1	3 190,31	355,23	1,22	0	496,14	4,67	0,05	1,60
2	3 254,29	361,82	1,25	0	496,14	4,67	0,05	1,60

N_{dod} - koszty dodatkowe

7.4.3 DOKUMENTACJA WYBORU OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N_c [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_r [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) $(Q_0 - Q_1)/Q_0$ [%]	Kwota środków własnych / Optymalna kwota kredytu [zł, %] [zł, %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1	<ul style="list-style-type: none"> regulacja instalacji c.o. wymiana okien + montaż nawiewników wymiana drzwi zewnętrznych ocieplenie stropodachów ocieplenie dachu nad salą gimnastyczną ocieplenie ścian zewnętrznych 	2 722 425	75 096	30,4%	<div>408 364 15%</div> <div>2 314 061 85%</div>	462 812	435 588	150 192
2	<ul style="list-style-type: none"> regulacja instalacji c.o. wymiana okien + montaż nawiewników wymiana drzwi zewnętrznych ocieplenie stropodachów ocieplenie dachu nad salą gimnastyczną 	1 025 609	72 137	29,2%	<div>153 841 15%</div> <div>871 767 85%</div>	205 122	164 097	144 274
3	<ul style="list-style-type: none"> regulacja instalacji c.o. wymiana okien + montaż nawiewników wymiana drzwi zewnętrznych ocieplenie stropodachów 	822 291	37 509	15,3%	<div>123 344 15%</div> <div>698 947 85%</div>	139 789	131 567	75 018
4	<ul style="list-style-type: none"> regulacja instalacji c.o. wymiana okien + montaż nawiewników wymiana drzwi zewnętrznych 	146 481	2 163	0,9%	<div>21 972 15%</div> <div>124 509 85%</div>	24 902	23 437	4 326
5	<ul style="list-style-type: none"> regulacja instalacji c.o. wymiana okien + montaż nawiewników 	96 680	1 478	0,6%	<div>14 502 15%</div> <div>82 178 85%</div>	16 436	15 469	2 956
6	<ul style="list-style-type: none"> regulacja instalacji c.o. 	2 406	0	0,0%	<div>0 0%</div> <div>2 406 100%</div>	481	385	0

7.4.4 WSKAZANIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

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

- Instalacja c.o. - regulacja hydrauliczna instalacji c.o.
- Okna + montaż nawiewników – wymiana okien w złym stanie technicznym oraz montaż nawiewników okiennych w całym budynku
- Drzwi zewnętrzne - wymiana drzwi zewnętrznych
- Stropodachy – ocieplenie stropodachów
- Dach nad salą gimnastyczną – ocieplenie dachu
- Ściany zewnętrzne – ocieplenie ścian zewnętrznych

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie	30,4%
--	-------

Wartość ta spełnia wymogi ustawowe.

2. Premia termomodernizacyjna wyniesie	150 192
--	---------

8. OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI	
8.1. OPIS ROBÓT	
<p>W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modernizacja instalacji c.o. obejmująca regulację hydrauliczną instalacji c.o. 2. Wymiana okien w złym stanie technicznym na bardziej szczelne o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ oraz montaż nawiewników okiennych w całym budynku. 3. Wymiana drzwi zewnętrznych w złym stanie technicznym na bardziej szczelne o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ 4. Ocieplenie stropodachów styropapą o grubości 13 cm ($\lambda \leq 0,031$). 5. Ocieplenie dachu nad salą gimnastyczną styropapą o grubości 13 cm ($\lambda \leq 0,031$). 6. Ocieplenie ścian zewnętrznych w systemie ETICS styropianem o grubości 12 cm ($\lambda \leq 0,032$) (z usunięciem płyt azbestowych). 	
8.2. CHARAKTERYSTYKA FINANSOWA	
Kalkulowany koszt robót wyniesie:	2 722 424,74 zł
Udział środków własnych inwestora:	408 363,71 zł
Kredyt bankowy:	2 314 061,03 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	150 191,89 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	14,2 lat
8.3. KOSZT OGRZEWANIA 1m² POWIERZCHNI UŻYTKOWEJ	
a) dla stanu istniejącego	$K_{ogr20} = 1,84 \text{ zł}$
b) dla stanu po modernizacji	$K_{ogr21} = 1,22 \text{ zł}$
8.4. DALSZE DZIAŁANIA	
<p>Dalsze działania inwestora obejmują:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej. 2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót. 3. Zlecenie wykonania projektów ocieplenia budynków. 4. Realizacja robót i odbiór techniczny. 5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy. 6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym). 	

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- | | |
|-------------|--|
| Załącznik 1 | Obliczenie współczynników przenikania przegród. |
| Załącznik 2 | Obliczenie strumienia objętości powietrza wentylacyjnego. |
| Załącznik 3 | Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym i po termomodernizacji. |
| Załącznik 4 | Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym i po termomodernizacji. |
| Załącznik 5 | Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła Q i mocy q na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu „Audyt OZC 6.6 Pro”. |
| Załącznik 6 | Ceny i taryfy energii. |
| Załącznik 7 | Wydruki wyników ogólnych z OZC dla stanu istniejącego i wybranego wariantu termomodernizacyjnego oraz wyniki obliczeń oddziaływania na środowisko. |

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzne	plyty azbestowe	0,010	0,698	0,014	0,808
	wełna mineralna	0,040	0,050	0,800	
	plyta żelbetowa	0,220	1,700	0,129	
	mur z cegły dziurawki	0,065	0,620	0,105	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
	R _{si}			0,130	
	R _{se}			0,040	
	razem			1,237	
Stropodach niewentylowany	papa asfaltowa	0,002	0,180	0,011	0,873
	plyta żelbetowa	0,100	1,700	0,059	
	warstwa powietrza	0,100		0,160	
	wełna mineralna	0,030	0,052	0,577	
	strop żelbetowy kanałowy	0,220		0,180	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
	R _{si}			0,100	
	R _{se}			0,040	
	razem			1,145	
Dach sali gimnastycznej	papa asfaltowa	0,002	0,180	0,011	0,676
	plyta żelbetowa	0,100	1,700	0,059	
	pustka powietrzna	0,050		0,160	
	wełna mineralna	0,050	0,052	0,962	
	plyta żelbetowa	0,220	1,700	0,129	
	tynk cem-wap	0,015	0,82	0,018	
				0,100	
	R _{si}			0,100	
	R _{se}			0,040	
	razem			1,479	
Strop nad piwnicą	lastriko	0,010	0,180	0,056	1,743
	strop żelbetowy	0,240		0,160	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
	R _{si}			0,170	
	R _{se}			0,170	
	razem			0,574	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzne	styropian	0,120	0,032	3,750	0,240
	plyta żelbetowa	0,220	1,700	0,129	
	mur z cegły dziurawki	0,065	0,620	0,105	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
	R _{si}			0,130	
	R _{se}			0,040	
	razem			4,173	
Stropodach niewentylowany	styropapa	0,130	0,031	4,194	0,188
	plyta żelbetowa	0,100	1,700	0,059	
	warstwa powietrza	0,100		0,160	
	wełna mineralna	0,030	0,052	0,577	
	strop żelbetowy kanałowy	0,220		0,180	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
	R _{si}			0,100	
	R _{se}			0,040	
	razem			5,328	
Dach sali gimnastycznej	styropapa	0,130	0,031	4,194	0,177
	plyta żelbetowa	0,080	1,700	0,047	
	pustka powietrzna	0,050		0,160	
	wełna mineralna	0,050	0,052	0,962	
	plyta żelbetowa	0,220	1,700	0,129	
	tynk cem-wap	0,015	0,82	0,018	
				0,100	
	R _{si}			0,100	
	R _{se}			0,040	
	razem			5,650	
Strop nad piwnicą	lastriko	0,002	0,180	0,011	1,667
	strop żelbetowy	1,000		0,160	
	tynk cem-wap	0,220		0,260	
				0,000	
	R _{si}			0,170	
	R _{se}			0,170	
	razem			0,600	

Obliczenie strumienia objętości powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenie	Liczba pomieszcz.	Strumień powietrza wg. normy w m ³ /h	Strumień powietrza wentylacyjnego w m ³ /h
1	Kuchnia z oknem zew., z kuchenką gazową	0	70	0
2	Łazienka (z WC lub bez)	9	50	450
3	Oddzielne WC	0	30	0
Razem mieszkania				450
		kubatura m ³	Krotność wymian 1/h	
4	Sale lekcyjne	24 688,79	2,0	49 378
ŁĄCZNIE V _o				49 828 m ³ /h

*) tylko dla piwnic ogrzewanych z oknami

dla budynku	V _o =	49 828 m ³ /h
Kubatura wentylowana budynku V=		24 689 m ³ /h
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego		2,02 h ⁻¹
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430	V _{nom} = Ψ=	49 828 m ³ /h

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien
c _r	1,3	0,7
c _w	1,0	1,0
c _m	1,5	1,0

SZKOŁA

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

c _r * c _w * V _{nom}	64 775,8	34 879,3 m ³ /h
--	----------	----------------------------

1. Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym i po termomodernizacji

Lp.	Rodzaj danych	Współczynniki sprawności	
		stan istniejący	po termomodernizacji
1	Zasilanie instalacji	sieć ciepłownicza	sieć ciepłownicza
2	Wytwarzanie ciepła η_g	0,95	0,95
3	Przesyłanie ciepła η_d	0,90	0,90
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła η_e	0,88	0,88
5	Akumulacja ciepła η_s	1,0	1,0
6	Sprawność całkowita systemu η_{tot}	0,75	0,75
7	Przerwy w okresie tygodnia w_t	0,85	0,85
8	Przerwy w okresie doby w_d	1,00	1,00

2. Obliczenia sprawności przesyłu i akumulacji

sprawności nie były obliczane

3. Opis instalacji i uzasadnienie przyjętych sprawności

Lp.	Rodzaj danych	Uzasadnienie dla przyjętych wartości	
		stan istniejący	po termomodernizacji
1	Sprawność wytwarzania ciepła η_g	węzeł cieplny bez obudowy, moc powyżej 300 kW	węzeł cieplny bez obudowy, moc powyżej 300 kW
2	Sprawność przesyłania ciepła η_d	zaizolowane przewody w pomieszczeniach nieogrzewanych	zaizolowane przewody w pomieszczeniach nieogrzewanych
3	Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła η_e	regulacja centralna i miejscowa (zawory termostatyczne o zakresie proporcjonalności 2K)	regulacja centralna i miejscowa (zawory termostatyczne o zakresie proporcjonalności 2K)
4	Sprawność akumulacji ciepła η_s	brak zasobnika buforowego	brak zasobnika buforowego
5	Przerwy w okresie tygodnia w_t	5/7 dni	5/7 dni
6	Przerwy w okresie doby w_d	bez przerw	bez przerw

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym i po termomodernizacji					
Lp.	Omówienie	Wzór obliczeniowy lub symbol	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Ciepło właściwe wody	c_w	kJ/(kg*K)	4,19	4,19
2	Gęstość wody	ρ_w	kg/dm³	1	1
3	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody	V_{cw}	dm³/d	8	8
4	Liczba użytkowników (jednostek odniesienia)	L	osoba	779	779
5	Współczynnik nierównomierności rozbioru c.w.	$N_h=9,32*L^{-0,244}$	-	1,84	1,84
6	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na cwu	V_{wi}	dm3/(m2*d)	0,8	0,8
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	A_r	m2	7 481,45	7 481,45
8	Temperatura c.w.	t_{cw}	°C	55	55
9	Temperatura z.w.	t_{zw}	°C	10	10
10	Współczynnik korekcyjny	k_R	-	0,55	0,55
11	Liczba dni użytkowania	t_R	dni/rok	204	204
12	Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	-	0,85	0,85
13	Sprawność przesyłu ciepłej wody	η_d	-	0,50	0,50
14	Sprawność wykorzystania i regulacji	η_s	-	1,00	1,00
15	Sprawność akumulacji	η_e	-	0,60	0,60
16	Sprawność całkowita	$\eta_{w, tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_s * \eta_e$	-	0,26	0,26
17	Średnie dobowe zużycie c.w. w budynku	$q_{d\acute{s}r}=L*V_{cw}/1000$	m³/d	6,2320	6,2320
18	Średnie godzinowe zużycie c.w. w budynku	$q_{h\acute{s}r}=q_{d\acute{s}r}/18$	m³/h	0,3462	0,3462
19	Zużycie ciepła na podgrzanie 1 m³ wody	$Q_{cwj}=c_w*p*(t_{cw}-t_{zw})/(10^6*\eta_{w, tot})$	GJ/m³	0,0481	0,0481
20	Max. moc cieplna	$q_{h\acute{s}r}*Q_{cwj}*k_R*N_h*278$	MW	0,0047	0,0047
21	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową	$Q_{w,nd}=V_{wi}*A_f*c_w*\rho_w*(t_{cw}-t_{zw})*k_R*t_R/3600$	kWh/rok	35 171,64	35 171,64
22	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,W}=Q_{w,nd}/\eta_{w,tot}$	kWh/rok	137 928,01	137 928,01
23	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,W}$	GJ/rok	496,14	496,14
24	Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii	$C_w=Q_{K,W}/A_r$	kWh/(m2*rok)	18,44	18,44
Lp.	Rodzaj danych	Uzasadnienie dla przyjętych wartości		Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Sprawność wytwarzania ciepła η_g	kocioł gazowy z zasobnikiem		kocioł gazowy z zasobnikiem	
2	Sprawność przesyłu ciepła η_d	centralne podgrzanie wody - liczba punktów poboru ciepłej wody od 30 do 100		centralne podgrzanie wody - liczba punktów poboru ciepłej wody od 30 do 100	
3	Sprawność akumulacji ciepła η_s	zasobnik wyprodukowany przed 1995		zasobnik wyprodukowany przed 1995	

Załącznik nr 5

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła Q i mocy q na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu „Audytor OZC 6.6 Pro”

Warianty	Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL}	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania $Q_{H,nd}$	
	kW	GJ/rok	kWh/rok
stan istniejący	525,06	4 252,60	1 181 278
1	355,23	2 823,99	784 442
2	361,82	2 880,62	800 173
3	441,20	3 535,78	982 162
4	520,42	4 210,60	1 169 612
5	521,92	4 223,80	1 173 278
6*	525,06	4 252,60	1 181 278

* modernizacja c.o.

Załącznik nr 6

Ceny i taryfy energii

Oплаты za zużycie ciepła wg Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej S.A. w Jastrzębiu- Zdroju za 2014

Grupa taryfowa W-33-B1

Lp.	Rodzaje cen i stawek opłat	Jednostki	Kwota
1	Opłata za zamówioną moc cieplną	zł/MW/m-c	8 624,22 zł
2	Opłata stała za usługi przesyłowe	zł/MW/m-c	1 900,53 zł
3	Opłata za ciepło	zł/GJ	27,90 zł
4	Opłata zmienna za usługi przesyłowe	zł/GJ	5,34 zł
5	Cena nośnika ciepła	zł/m3	11,19 zł
Zamówiona moc cieplna na cele c.o.		MW	0,5301
Zmierzone zużycie ciepła		GJ	2 999,50

Załącznik nr 7

Wydruki wyników ogólnych z OZC dla stanu istniejącego i wybranego wariantu termomodernizacyjnego oraz wyniki obliczeń oddziaływania na środowisko.

