

14.03.2018

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

Adres budynku	ul. Siejaka 25A 64-800 Chodzież
Inwestor	Gmina Miejska w Chodzieży □ ul. Paderewskiego 2 64-800 Chodzież
Wykonawca audytu	PHU Boltima Roman Szczygieł 76-042 Rosnowo 35b/2 REGON: 331445154 NIP: 669-232-58-61

wersja 1: z kotłami indywidualnymi

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	mieszkalny	1.2. Rok budowy	1979
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Miejska w Chodzieży ul. Paderewskiego 2 64-800 Chodzież	1.4. Adres budynku ul. Siejaka 25A kod pocztowy 64-800 Chodzież woj. Wielkopolskie gmina Gmina Miejska w Chodzieży	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>		<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>
1			
5. Miejscowość		Data wykonania opracowania	14.03.2018
6. Spis treści			str.
1. Strona tytułowa			2
2. Karta audytu energetycznego			3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6
5. Ocena stanu technicznego budynku			7
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			11
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			22
8. Opis wariantu optymalnego			26

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
		technologia szkieletu drewnianego	
1.	Konstrukcja/technologie budynku		
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 745,28	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	1 216,01	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	1 098,11	
6.	Pow. użytk. lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0,00	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	20	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	40	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	podgrzewacze elektryczne	
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	instalacja centralnego ogrzewania	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,93	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Stropodach nad klatką schodową STRPK	0,145	0,145
2.	Stropodach nad mieszkaniami STRPM	0,144	0,144
3.	Ściana zewnętrzna murowana SZM	1,138	0,198
4.	Ściana zewnętrzna konstrukcja drewniana SZD	0,689	0,192
5.	Okna zewnętrzne 1 OK-3,0	3,000	0,900
6.	Drzwi zewnętrzne 1 DZ-5,1	5,100	1,300
7.	Podłoga na gruncie PG	0,288	0,288
8.	Okna zewnętrzne 2 OK-1,1	1,100	1,100
9.	Drzwi zewnętrzne 2 DZ-1,5	1,500	1,500
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłania	0,80	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	0,85
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,60	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	2 400	2 400
4.	Liczba wymian [l/h]	0,87	0,87
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	79,7	25,4
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	37,5	37,5
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	608,8	283,6
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1031,6	336,5
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	295,2	200,0
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)[GJ/rok]	brak pomiaru	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)[GJ/rok]	brak pomiaru	-

8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	139,2	64,8
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	235,8	76,9
10. ²	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	42,64	46,76
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	20208,37	6388,74
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	-	-
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]	-	-
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]		Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	
Planowane koszty całkowite [zł]		Premia termomodernizacyjna [zł]	
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			

- 1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.
- 2) U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla
- 3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem 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:

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

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z z późniejszymi zmianami. Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- ° Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

3.3. Źródła informacji

- Michał Wendland, Dariusz Matusiak tel. 67 28 20 322 wew. 30; 604 987 409

3.4. Data wizji lokalnej

marzec 2018r.

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej. Wykorzystanie finansowania w ramach funduszy celowych.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie przegród zewnętrznych
 - wymiana stolarki drzwiowej
 - wymiana stolarki okiennej
 - modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
 - modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej

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

4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku

4.1. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek mieszkalny - wolnostojący, trzykondygnacyjny, podpiwniczony, zrealizowany w technologii szkieletu drewnianego.

STRPK - stropodach nad klatkami schodowymi wykonany jako stropodach wentylowany, kryty papą, płyty korytkowe ułożone na ściankach ażurowych, strop wykonany z płyt żelbetowych, brak informacji o grubości ocieplenia, ocieplony 20cm warstwą styropapy.

STRPM - stropodach nad mieszkaniami - kryty papą na deskowaniu, konstrukcję nośną stanowią wiązary drewniane deskowe. Do dolnych wiązarów mocowany sufit z płyty wiórowej z ociepleniem wełną mineralną o gr. ok. 5cm. Stropodach ocieplony 20cm warstwą styropapy

SZM - ściany zewnętrzne przyziemia i klatek schodowych - murowane o gr. 41cm, wykonane z cegły kratówki, obustronnie tynkowane.

SZD - ściany zewnętrzne osłonowe - drewniane szkieletowe o gr. 11.5cm, od zewnątrz płyta azbestowo - cementowa, płyta wiórowa, płyta pilśniowa, wełna gr 5cm, płyta pilśniowa.

Okna pcv i drewniane o współczynniku przenikania ciepła $U=1,1-3,0W/(m^2*K)$.

Drzwi zewnętrzne o średnim wsp. przenikania ciepła $U=5,1W/(m^2*K)$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	Położenie	Powierzchnia bez okien, drzwi m ²	U _k W/(m ² *K)	Powierzchnia okien m ²	U okna W/(m ² *K)	Powierzchnia okien m ²	U okien W/(m ² *K)	Powierzchnia drzwi m ²	U drzwi W/(m ² *K)	Powierzchnia drzwi m ²	U drzwi W/(m ² *K)
1	STRPK	H	119,30	0,145								
2	STRPM	H	550,90	0,144								
3	SZM	W	203,10	1,138	8,80	1,100	26,30	3,000				
4	SZD	W	159,20	0,689	55,60	1,100	46,40	3,000				
5	SZM	E	191,30	1,138	6,20	1,100	19,20	3,000			9,00	5,100
6	SZD	E	167,60	0,689	46,80	1,100	46,80	3,000				
7	SZM	N	30,00	1,138								
8	SZD	N	81,80	0,689								
9	SZM	S	29,30	1,138								
10	SZD	S	81,80	0,689								
11	PG	H	670,20	0,288								

4.2. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1	Zapotrzebowania na moc cieplną za co	[kW]	79,7
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	37,5
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	608,8
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 031,6
5	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	20 208,37
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	42,64
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4.3. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło wytwarzane w kotłowni gazowej usytuowanej w budynku 25B. Kocioł, armatura w złym ogólnym stanie technicznym. Instalacja grzewcza wykonana z rur stalowych, czarnych, spawanych, prowadzonych po wierzchu, bez zaworów podpionowych. Przewody poziome niez izolowane, pionowe niez izolowane. Instalacja centralnego ogrzewania w złym stanie technicznym.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, spawane.
4.	Rodzaje grzejników	Stalowe, żeliwne.
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	Zamontowane w złym stanie technicznym, wyeksploatowane.
7.	Zabezpieczenie	Wzbiornicze naczynie przeponowe zainstalowane w węźle ciepłowniczym.
8.	Odpowietrzenie	Sieć odpowietrzająca
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24

4.4. Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80
3	Regulacja i wytwarzanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,56
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,95

4.5. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana za pomocą pojemnościowych podgrzewaczy elektrycznych usytuowanych w poszczególnych lokalach mieszkalnych.
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe, prowadzone w szachtach instalacyjnych wraz z kanalizacją. Przewody poziome, pionowe nieizolowane. średni stan techniczny.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Zainstalowane.
4.	Zbiornik akumulacyjny	Zainstalowany.

4.6. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	2 400

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Przegrody zewnętrzne

przegroda		U [W/m ² *K]			
		istniejące	wymagane		
			od 1.01.2014r	od 1.01.2017r	od 1.01.2021r
STRPK	stropodach nad klatkami t _i >16°C	0,145	0,20	0,18	0,15
STRPM	stropodach nad mieszkaniami t _i >16°C	0,144	0,20	0,18	0,15
SZM	ściany zewnętrzne murowane t _i >16°C	1,138	0,25	0,23	0,20
SZD	ściany zewnętrzne konstr. drewniana t _i >16°C	0,689	0,25	0,25	0,25
PG	podłoga na gruncie t _i >16°C	0,288	0,30	0,30	0,30

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest niezadawalający. W trakcie termomodernizacji należy wykonać również prace naprawcze. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych nie spełniają obecnie obowiązujących wymagań w zakresie ochrony cieplnej. Wyjątkiem są stropodachy STRPK i STRPM oraz podłoga na gruncie PG spełniająca obecne wymagania w zakresie ochrony cieplnej.

5.2. Okna i drzwi

przegroda		U [W/m ² *K]			
		istniejące	wymagane		
			od 1.01.2014r	od 1.01.2017r	od 1.01.2021r
OK-3,0	okna zewnętrzne t _i >16°C	3,000	1,30	1,10	0,90
DZ-5,1	drzwi zewnętrzne	5,100	1,70	1,50	1,30
OK-1,1	okna zewnętrzne t _i >16°C	1,100	1,30	1,10	0,90

Współczynniki przenikania ciepła dla okien OK-3,0 i drzwi DZ5,1 nie spełniają obecnych wymagań w zakresie ochrony cieplnej.

5.3. System grzewczy

5.4. System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana za pomocą pojemnościowych podgrzewaczy elektrycznych usytuowanych w poszczególnych lokalach mieszkalnych. Instalacja ciepłej wody użytkowej jest w zadowalającym stanie technicznym.

5.5. Wentylacja

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

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła.	Pożądanе docieplenie przegród zewnętrznych w celu zapewnienia obecnie wymaganego współczynnika przenikania ciepła. Wyjątkiem jest podłoga na gruncie PG spełniająca obecne wymagania w zakresie ochrony cieplnej.
2	Okna zewnętrzne Okna zewnętrzne są w zróżnicowanym stanie technicznym, część okien charakteryzuje się wysokimi wartościami współczynnika przenikania ciepła.	Pożądana wymiana starych okien w złym stanie technicznym na bardziej szczelne o niższym współczynniku przenikania U [W/m ² K].
3	Drzwi zewnętrzne Drzwi zewnętrzne są w złym stanie technicznym, drzwi charakteryzuje się wysokimi wartościami współczynnika przenikania ciepła.	Pożądana wymiana starych drzwi w złym stanie technicznym na bardziej szczelne o niższym współczynniku przenikania U [W/m ² K].
4	Wentylacja grawitacyjna. Obecnie nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania.	Brak możliwości poprawy. Nowo zamontowane okna należy wyposażyć w nawiewniki higrosterowane.
5	System grzewczy	Możliwe poprzez demontaż istniejącej kotłowni, montaż kotłów dwufunkcyjnych gazowych kondensacyjnych w każdym lokalu mieszkalnym, kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania obejmującą wymianę przewodów i grzejników, montaż zaworów termostatycznych i powrotnych przy grzejnikach, odpowietrzników na pionach, regulacja hydrauliczna instalacji centralnego ogrzewania.
6	Instalacja ciepłej wody użytkowej Ciepła woda przygotowywana za pomocą pojemnościowych podgrzewaczy elektrycznych usytuowanych w poszczególnych lokalach mieszkalnych. Instalacja ciepłej wody użytkowej jest w zadowalającym stanie technicznym.	Możliwe poprzez demontaż istniejącej instalacji cwu wraz z podgrzewaczami elektrycznymi i montaż kotłów dwufunkcyjnych w poszczególnych lokalach mieszkalnych.

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 SZM.	Ocieplenie ścian zewnętrznych SZM warstwą styropianu.
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne SZD.	Ocieplenie ścian zewnętrznych SZD warstwą wełny.
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna zewnętrzne OK-3,0.	Wymiana okien OK-3,0 na nowe energooszczędne.
4	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne DZ-5,0.	Wymiana drzwi DZ-5,1 na nowe energooszczędne.
5	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	Możliwe poprzez demontaż istniejącej kotłowni, montaż kotłów dwufunkcyjnych gazowych kondensacyjnych w każdym lokalu mieszkalnym, kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania obejmującą wymianę przewodów i grzejników, montaż zaworów termostatycznych i powrotnych przy grzejnikach, odpowietrzników na pionach, regulacja hydrauliczna instalacji centralnego ogrzewania.
6	Podwyższenie sprawności instalacji ciepłej wody użytkowej.	Możliwe poprzez demontaż istniejącej instalacji cwu wraz z podgrzewaczami elektrycznymi i montaż kotłów dwufunkcyjnych w poszczególnych lokalach mieszkalnych.

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
		Ocieplenie ścian zewnętrznych SZM warstwą styropianu.
		Ocieplenie ścian zewnętrznych SZD warstwą wełny.
		Wymiana okien OK-3,0 na nowe energooszczędne.
		Wymiana drzwi DZ-5,1 na nowe energooszczędne.
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na centralne ogrzewanie.	Możliwe poprzez demontaż istniejącej kotłowni, montaż kotłów dwufunkcyjnych gazowych kondensacyjnych w każdym lokalu mieszkalnym, kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania obejmująca wymianę przewodów i grzejników, montaż zaworów termostacyjnych i powrotnych przy grzejnikach, odpowietrzników na pionach, regulacja hydrauliczna instalacji centralnego ogrzewania.
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na podgrzew ciepłej wody użytkowej.	Możliwe poprzez demontaż istniejącej instalacji cwu wraz z podgrzewaczami elektrycznymi i montaż kotłów dwufunkcyjnych w poszczególnych lokalach mieszkalnych.

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-18,0	-18,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d dla przegród zewnętrznych *	3 686	3 686	dzień·K·a
$O_{0m}, O_{1m},$	20 208,37	6 388,74	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	42,64	46,76	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0,00	0,00	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				ściany zewnętrzne SZM		
Dane:				A	=	453,70 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{koszt}	=	453,70 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych metodą bezspoinową przy pomocy styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
maksymalny współczynnik przenikania dla ściany zewnętrznej przy temp. $\geq 16^\circ\text{C}$ wynosi:						
od 1.01.2014r 0,25 W/m ² K						
od 1.01.2017r 0,23 W/m ² K						
od 1.01.2021r 0,20 W/m ² K						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla ścian U_{max} < 0,20 W/m²K						
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 5 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,15	0,17	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² /KW		4,17	4,72	5,56
3	Opór cieplny R	m ² /KW	0,879	5,045	5,601	6,434
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	164,4	28,6	25,8	22,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0196	0,0034	0,0031	0,0027
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		7 592	7 746	7 931
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		240,00	288,00	345,60
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		14,34	16,87	19,77
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,138	0,198	0,179	0,155
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie uproszczonej kalkulacji robót. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody.						
Wybrany wariant: 1		Koszt :		SPBT= 14,34 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				ściany zewnętrzne SZD		
Dane:				A	=	490,40 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{koszt}	=	490,40 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych przy pomocy wełny po uprzednim usunięciu starej warstwy wełny o wsp. przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
maksymalny współczynnik przenikania dla ściany zewnętrznej przy temp. $\geq 16^\circ\text{C}$ wynosi:						
od 1.01.2014r		0,25 W/m ² K				
od 1.01.2017r		0,23 W/m ² K				
od 1.01.2021r		0,20 W/m ² K				
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla ścian U_{max} < 0,20 W/m²K						
wariant 2: o grubości 3 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 6 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,17	0,20	0,23
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,86	5,71	6,57
3a	Opór cieplny R przed usunięciem starej warstwy wełny	m ² K/W	1,451	-	-	-
3b	Opór cieplny R po usunięciu starej warstwy wełny	m ² K/W	0,341	5,198	6,055	6,912
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U$	GJ/a	107,6	30,0	25,8	22,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0128	0,0036	0,0031	0,0027
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		4 334	4 568	4 749
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		280,00	336,00	403,20
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		31,68	36,07	41,64
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,689	0,192	0,165	0,145
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie uproszczonej kalkulacji robót. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody.						
Wybrany wariant: 1		Koszt :		SPBT= 31,68 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien OK-3,0	
Obliczenia wykonane po uwzględnieniu powierzchni wymiennej stolarki względem całej stolarki.					
Dane: powierzchnia $A_{ok} = 138,70 \text{ m}^2$					
$C_w = 1,0$					
$C_r * C_w * V_{nom} = 1256 \text{ m}^3/\text{h}$					
$C_m * V_{obl} = C_m * \Psi = 718 \text{ m}^3/\text{h}$					
Opis wariantów usprawnienia					
Przewiduje się wymianę okien na nową stolarkę okienną, energooszczędną.					
maksymalny współczynnik przenikania dla okien przy temp. $\geq 16^\circ\text{C}$ wynosi:					
od 1.01.2014r $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$					
od 1.01.2017r $1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$					
od 1.01.2021r $0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:					
wariant 1: $U = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$					
wariant 2: $U = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania U	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,00	0,90	0,60
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	0,85
		C_m	-	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	132,51	39,75	26,50
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	136,07	115,66	115,66
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	268,58	155,41	142,16
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,01580	0,00470	0,00320
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,00930	0,00930	0,00930
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,02510	0,01400	0,01250
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		6 142,52	6 877,06
10	Koszt jednostkowy wymiany	zł/m ²		1 200,00	1 560,00
11	Ilość	m ²		138,70	138,70
12	Koszt wymiany	zł			
13	SPBT	lata		27,10	31,46
Podstawa przyjętych wartości N_U					
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie uproszczonej kalkulacji robót. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni okien (A_{koszt})					
Wybrany wariant: 1		Koszt :		SPBT=	27,10 lat

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi				Przedsięwzięcie	
				Wymiana drzwi DZ-5,1	
Obliczenia wykonane po uwzględnieniu powierzchni wymienianej stolarki względem całej stolarki.					
Dane: powierzchnia $A_{dz} = 9,00 \text{ m}^2$					
$C_w = 1,0$					
$C_r * C_w * V_{nom} = 81 \text{ m}^3/\text{h}$					
$C_m * V_{obl} = C_m * \Psi = 47 \text{ m}^3/\text{h}$					
Opis wariantów usprawnienia					
Przewiduje się wymianę drzwi na nowe, energooszczędne.					
maksymalny współczynnik przenikania dla drzwi wynosi:					
od 1.01.2014r $1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$					
od 1.01.2017r $1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$					
od 1.01.2021r $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:					
wariant 1: $U = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$					
wariant 2: $U = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania U	$\text{W/m}^2\text{K}$	5,10	1,30	1,00
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	0,85
		C_m	-	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	14,62	3,73	2,87
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	8,83	7,50	7,50
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	23,45	11,23	10,37
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,00170	0,00040	0,00030
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,00060	0,00060	0,00060
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,00230	0,00100	0,00090
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		671,04	718,92
10	Koszt jednostkowy wymiany	zł/m ²		1 500,00	1 950,00
11	Ilość	m ²		9,00	9,00
12	Koszt wymiany	zł			
13	SPBT	lata		20,12	24,41
Podstawa przyjętych wartości N_U					
Przyjęto cenę jednostkową ocieplenia 1 m ² na podstawie uproszczonej kalkulacji robót. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni drzwi (A_{koszt})					
Wybrany wariant: 1		Koszt :		SPBT=	20,12 lat

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

Dane: $Q_{0cw} = 295,2$ GJ/rok $q_{0cw} = 0,0375$ MW
 $Q_{1cw} = 200,0$ GJ/rok $q_{1cw} = 0,0254$ MW

Opis:

Lp.	Opis
wariant 1	Demontaż istniejącej instalacji cwu wraz z podgrzewaczami elektrycznymi i montaż kotłów dwufunkcyjnych w poszczególnych lokalach mieszkalnych.
wariant 2	Nie analizuje się innych wariantów dla modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej, ponieważ brak jest możliwości technicznych.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	wariant 1
1	Zapotrzebowanie na moc $q_{0cw}, q_{1cw}, q_{2cw}$	MW	0,0375	0,0254
2	Zapotrzebowanie na energię $Q_{0cw}, Q_{1cw}, Q_{2cw}$	GJ/rok	295,2	200,0
3	Roczna opłata $O_{rcw} = (Q_{0cw,1cw})O_z + 12(q_{0cw,1cw})O_m + 12(Ab_{0,1})$	zł/rok	16 678,64	11 302,23
4	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rcw} = (Q_{0cw} - Q_{1cw})O_z + 12(q_{0cw} - q_{1cw})O_m + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		5 376,41
5	Koszt realizacji usprawnienia N_w	zł		
6	$SPBT = N_w / \Delta O_{rcw}$	lat		7,44

Podstawa przyjętych wartości N_{cw}

Przyjęto ceny na podstawie uproszczonej kalkulacji robót.

Wybrany wariant: 1	Koszt :	SPBT=	7,44 lat
---------------------------	----------------	--------------	-----------------

7.2.6. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej.		7,44
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych SZM warstwą styropianu.		14,34
3	Wymiana drzwi DZ-5,1 na nowe energooszczędne.		20,12
4	Wymiana okien OK-3,0 na nowe energooszczędne.		27,10
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych SZD warstwą wełny.		31,68

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

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Demontaż istniejącej kotłowni, montaż kotłów dwufunkcyjnych gazowych kondensacyjnych w każdym lokalu mieszkalnym, kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania obejmującą wymianę przewodów i grzejników, montaż zaworów termostatycznych i powrotnych przy grzejnikach, odpowietrzników na pionach, regulacja hydrauliczna instalacji centralnego ogrzewania.	kpl.	-	

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia		
		przed	po
1	Rodzaj źródła ciepła	gaz ziemny	gaz ziemny
2	sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g} =$ 0,91	0,91
3	sprawność przesyłu	$\eta_{H,d} =$ 0,80	1,00
4	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e} =$ 0,77	0,88
5	sprawność akumulacji	$\eta_{H,s} =$ 1,00	1,00
6	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$ 0,56	0,80
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$ 1,00	1,00
8	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$ 0,95	0,95

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe 50-120kW.	kotły gazowe kondensacyjne do 50kW.
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	niezaizolowane przewody, armatura i urządzenia w przestrzeni nieogrzewanej	zaizolowane przewody, armatura i urządzenia w przestrzeni nieogrzewanej
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 tygodnia w_t	budynek użytkowany 7 dni w tygodniu	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	budynek użytkowany 24 godzin na dobę	bez zmian

7.3.2. Ocena proponowanego przedsięwzięcia				
I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0797	0,0797
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	608,76	608,76
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,56	0,80
4	Obniżenie nocne	-	0,95	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1032,0	722,0
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok		
8	Roczna opłata stała	zł/rok		
9	Roczny abonament	zł/rok	0,00	0,00
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok		
11	Różnica	zł/rok		
12	Koszt	zł		
13	SPBT	lat		8,52

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

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X	X	X							
2	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej.	X	X	X	X	X								
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych SZM warstwą styropianu.	X	X	X	X									
4	Wymiana drzwi DZ-5,1 na nowe energooszczędne.	X	X	X										
5	Wymiana okien OK-3,0 na nowe energooszczędne.	X	X											
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych SZD warstwą wełny.	X												

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	q _{co}	Q _{co}	η	w _t	w _d	Q _{co} *w _t *w _d /η	q _{cwu}	Q _{cwu}	Opłata c.w.u.	q _{co} + q _{cwu}	Q _{co} + Q _{cwu}	Opłata c.o.+c.w.u.	ΔQ _{co+cwu}	Oszczędn.
I	0,0417	283,64	0,80	1,00	0,95	336,5	0,0254	200,0		0,0671	536,5		790,3	
II	0,0472	329,02	0,80	1,00	0,95	390,3	0,0254	200,0		0,0726	590,4		736,4	
III	0,0533	381,67	0,80	1,00	0,95	452,8	0,0254	200,0		0,0787	652,8		674,0	
IV	0,0602	442,73	0,80	1,00	0,95	525,2	0,0254	200,0		0,0856	725,3		601,6	
V	0,0797	608,76	0,80	1,00	0,95	722,2	0,0254	200,0		0,1051	922,2		404,6	
VI	0,0797	608,76	0,80	1,00	0,95	722,2	0,0375	295,2		0,1172	1 017,4		309,4	
0-stan istniejący	0,0797	608,76	0,56	1,00	0,95	1 031,6	0,0375	295,2		0,1172	1 326,8			

■ wariant wybrany do realizacji

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego																	
Lp	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite		Roczna oszczędność kosztów energii		Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię		Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]							
		zł	3	zł	4	%	5	[zł,%] [zł,%]	6	20% kredytu	7	16% całkowitych kosztów	8	2-letnie oszczędności	9		
1	2																
I	WARIANT I																
II	WARIANT II																
III	WARIANT III																
IV	WARIANT IV																
V	WARIANT V																
VI	WARIANT VI																

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Lp.	Opis usprawnień
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
2	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej.
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych SZM warstwą styropianu.
4	Wymiana drzwi DZ-5,1 na nowe energooszczędne.
5	Wymiana okien OK-3,0 na nowe energooszczędne.
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych SZD warstwą wełny.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 59,6% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
- 3.

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

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Demontaż istniejącej kotłowni, montaż kotłów dwufunkcyjnych gazowych kondensacyjnych w każdym lokalu mieszkalnym, kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania obejmującą wymianę przewodów i grzejników, montaż zaworów termostatycznych i powrotnych przy grzejnikach, odpowietrzników na pionach, regulacja hydrauliczna instalacji centralnego ogrzewania.
 2. Demontaż istniejącej instalacji cwu wraz z podgrzewaczami elektrycznymi i montaż kotłów dwufunkcyjnych w poszczególnych lokalach mieszkalnych.
 3. Ocieplenie ścian zewnętrznych murowanych SZM styropianem o gr. 15cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$ lub niższym. W celu eliminacji mostków cieplnych należy docieplić ościeża otworów okiennych i drzwiowych. Przy gruncie należy używać styropianu wodoodpornego.
 4. Wymiana drzwi na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ lub niższym.
 5. Wymiana okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ lub niższym, wyposażonych w nawiewniki higrosterowane.

 6. Ocieplenie ścian zewnętrznych o konstrukcji drewnianej SZD wełną o gr. 17cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$ lub niższym. Przed ociepleniem należy usunąć starą, zużytą warstwę wełny. W celu eliminacji mostków cieplnych należy docieplić ościeża otworów okiennych i drzwiowych. Zamiennie zamiast wełny można użyć płyty warstwowej pod warunkiem uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła U .
- Wskazane wykonanie odkrywek przegród w trakcie wykonywania projektu budowlanego i ewentualna korekta audytu energetycznego.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

- Załącznik 2 Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby ciepłej wody użytkowej

- Załącznik 3 Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie

- Załącznik 4 Dokumentacja fotograficzna

- Załącznik 5 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie stan istniejący i po termomodernizacji Audytor OZC 6.6

- Załącznik 6 Uproszczony rzut poziomy z zaznaczeniem układu przerw dylatacyjnych oraz stron świata

- Załącznik 7 Ceny energii cieplnej

- Załącznik 8 Efekt ekologiczny

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Załącznik nr 1

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

pomieszczenie	<i>ilość pomieszczeń // kubatura m³ // ilość osób</i>	<i>strumień powietrza wg. normy w m³/h // wymiana/h</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m³/s</i>
kuchnia z oknem zewnętrznym, z kuchenka gazowa lub węglowa	20	70	1 400
łazienka (z WC lub bez)	20	50	1 000
oddzielne WC	0	30	0
ŁĄCZNIE V_o			2 400

Współczynniki korekcyjne

c _r	1,0
c _w	1,0
c _m	1,0

$$c_r * c_w * V_{nom} = 2\,400,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

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

$$c_r * c_w * V_{nom} = 2\,400,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

1.2. Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-EN 12831

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

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

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

n _{min}	0,50	h ⁻¹
V _i	2 745	m ³ /h
V _{min}	1 373	m ³ /h

Wg PN-EN 12831 strumień powietrza na drodze infiltracji

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i, \text{ m}^3/\text{h}$$

V _i	2 745	m ³ /h
Średni stopień obudowy budynku n ₅₀	4	h ⁻¹
Współczynnik osłonięcia e	0,02	
Współcz. poprawkowy ze względu na wysokość ε	1,07	
V _{inf}	469	m ³ /h
V_{min} > V_{inf}		

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$$V_{obl} = C_m * \Psi = \boxed{1\,373} \text{ m}^3/\text{h}$$

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

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*K	4,19	4,19
gęstość wody ρ_w	kg/dm ³	1,0	1,0
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę V_{wi}	dm ³ /(m ² ·dzień)	2,00	2,00
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_r	-	0,90	0,90
obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej na zaworze czerpalnym θ_w	°C	55	55
obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10
liczba dni w roku t_r	doba	365	365
powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza A_f	m ²	1098,11	1098,11
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_r \cdot t_r / 3600$	kWh/rok	37 786,4	37 786,4
Rodzaj źródła ciepła		przed modernizacją	po modernizacji
		podgrz. elektr.	kotły dwufunkcyjne
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	0,85
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,80	0,80
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,60	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,46	0,68
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	82 001,7	55 568,2
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	295,2	200,0

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Jed.odniesienia - ilość osób L	os	40	40
Jed.dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	dm ³	110,0	110,0
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (12 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,367	0,367
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	3,789	3,789
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_f / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,368	0,250
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	142,1	96,3
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	37,5	25,4

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

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
I	0,0417	283,64
II	0,0472	329,02
III	0,0533	381,67
IV	0,0602	442,73
V	0,0797	608,76
VI	0,0797	608,76
stan istniejący	0,0797	608,76



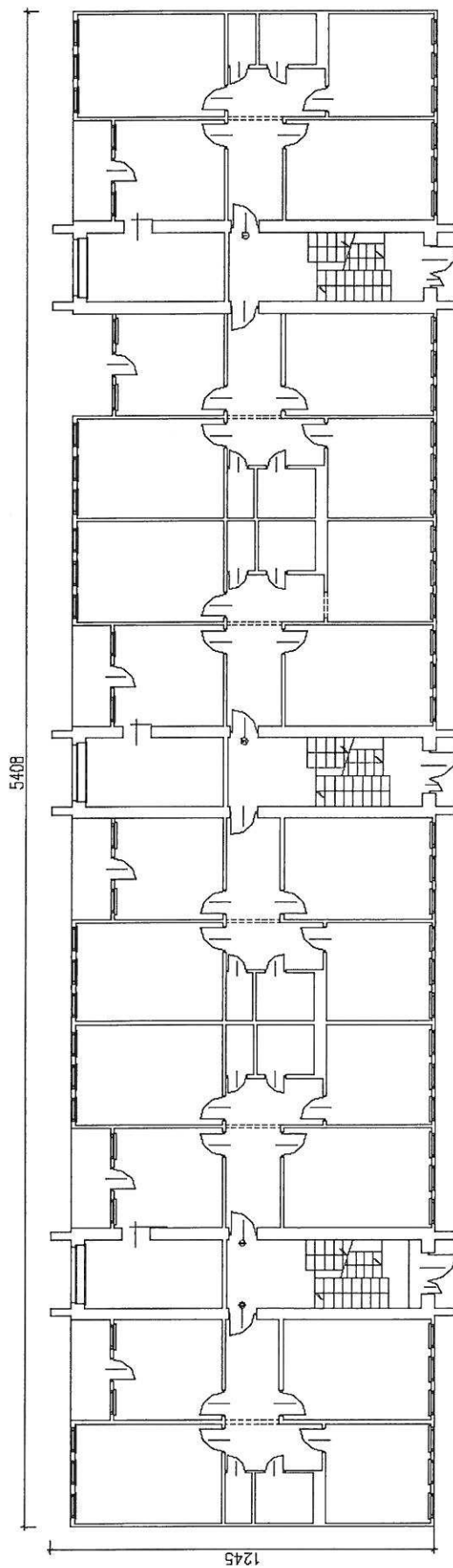
Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie stanu istniejącego Audytor OZC 6.6

Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku	
	stan istniejący	
Miejscowość:	Chodzież	
Adres:	Siejaka 25A	
Projektant:	mgr inż. Roman Szczęsny	
Data obliczeń:	Czwartek 30 Listopada 2017 1:42	
Data utworzenia projektu:	Czwartek 30 Listopada 2017 1:42	
Plik danych:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Piła	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_B :	1098,1	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_B :	2745,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	61977	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	17734	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	79711	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	79711	W
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	2399,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	608,76	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	169100	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_B :	1098	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_B :	2745,3	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_B :	554,4	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_B :	154,0	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_B :	221,7	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_B :	61,6	kWh/(m ³ ·rok)

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

Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku po modernizacji	
Miejscowość:	Chodzież	
Adres:	Siejaka 25A	
Projektant:	mgr inż. Roman Szczygieł	
Data obliczeń:	Czwartek 30 Listopada 2017 1:40	
Data utworzenia projektu:	Czwartek 30 Listopada 2017 1:40	
Plik danych:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Piła	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1098,1	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2745,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	23993	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	17734	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	41728	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	41728	W
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	2399,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	283,64	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	78788	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1098	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2745,3	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	258,3	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	71,7	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	103,3	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	28,7	kWh/(m ³ ·rok)

Uproszczony rzut poziomy i pionowy z zaznaczeniem układu przerw dylatacyjnych oraz stron świata



Ceny energii ciepłej stan istniejący - gaz ziemny

Załącznik nr 7a

Określenie jednostkowej ceny energii ciepłej

Wg taryfy: W5 dla paliw gazowych

Lp.	Dane na temat paliwa:	Jedn.	Wartość zł
1	Zapotrzebowanie energii do wyliczenia wyłącznie ceny energii ciepłej	GJ/rok	608,76
2		kWh/rok	169 101
3	Moc zamówiona	[kWh/h]	80

Lp.	Koszty stałe	Cena	ilość	Jedn.	Wartość zł	
a	Opłata za paliwo gazowe zmienna (netto)	0,10454	169 101	zł/kWh	-	
b	Opłata za paliwo gazowe stała (netto)	121,00	12	zł/m-c	1 452,00	
c	Opłata dystrybucyjna stała (netto)	0,00496	8 760	80	zł/(kWh/h) za h	3 463,41
d	Opłata dystrybucyjna zmienna (netto)	0,02027	169 101	zł/kWh	-	

1	Amortyzacja urządzeń kotłowni, węzła ciepłego, instalacji co			zł/rok	
2	Koszty osobowe z pochodnymi, ZUS			zł/rok	
3	Usługi obce stałe (kominarz, itp.)			zł/rok	2 000,00
4	Koszty finansowe, odsetki, podatki			zł/rok	
5	Koszty ogólne wydzielone dla kotłowni			zł/rok	
6	Koszty remontowe i konserwacji bieżącej			zł/rok	8 000,00
7	Materiały, narzędzia			zł/rok	
8	Inne (BHP, Sanepid, UDT, pozostałe)			zł/rok	800
I	Koszty stałe produkcji energii ciepłej		Razem:	zł netto/rok	15 715,41
I	Koszty stałe produkcji energii ciepłej		Razem:	zł brutto/rok	19 329,96

Lp.	Koszty zmienne	Cena	ilość	Jedn.	Wartość zł	
a	Opłata za paliwo gazowe zmienna (netto)	0,10454	169 101	zł/kWh	17 677,86	
b	Opłata za paliwo gazowe stała (netto)	121,00	12	zł/m-c	-	
c	Opłata dystrybucyjna stała (netto)	0,00496	8 760	80	zł/(kWh/h) za h	-
d	Opłata dystrybucyjna zmienna (netto)	0,02027	169 101	zł/kWh	3 427,68	

1	Koszt zakupu opału			zł/rok	
2	Transport wewn./zewn., popioły, pyły, opał, itp.			zł/rok	
3	Koszty energii elektrycznej			zł/rok	
4	Koszty wody i ścieków			zł/rok	
5	Opłaty za korzystanie ze środowiska-emisja			zł/rok	
6	Płace sezonowe			zł/rok	
7	Koszty zmienne inne, usługi zewn. sezonowe, jednoraz.			zł/rok	
II	Koszty zmienne produkcji energii ciepłej		Razem:	zł netto/rok	21 105,54
II	Koszty zmienne produkcji energii ciepłej		Razem:	zł brutto/rok	25 959,81

Zapotrzebowanie energii ciepłej w roku standardowym: Q = 608,76 GJ/rok
 Zapotrzebowanie na moc: q = 0,0797 MW

Obliczenie kosztów energii ciepłej w roku standardowym:

Stawka opłaty zmiennej Kzm = 42,64 zł /GJ
 Stawka opłaty stałej Kst = 20 208,37 zł /(MW*mc)

Ceny energii ciepłej po modernizacji - gaz ziemny

Załącznik nr 7b

Określenie jednostkowej ceny energii ciepłej

Wg taryfy: W3 dla paliw gazowych

Lp.	Dane na temat paliwa:	Jedn.	Wartość zł
1	Zapotrzebowanie energii do wyliczenia wyłącznie ceny energii ciepłej	GJ/rok	283,64
2		kWh/rok	78 790

Lp.	Koszty stałe	Cena	ilość	Jedn.	Wartość zł
a	Opłata za paliwo gazowe zmienna (netto)	0,10192	78 790	zł/kWh	-
b	Opłata za paliwo gazowe stała (netto)	6,28	12	zł/m-c	75,36
c	Opłata dystrybucyjna stała (netto)	31,37	12	zł/m-c	376,44
d	Opłata dystrybucyjna zmienna (netto)	0,03493	78 790	zł/kWh	-

1	Amortyzacja urządzeń kotłowni, węzła cieplnego, instalacji co			zł/rok	
2	Koszty osobowe z pochodnymi, ZUS			zł/rok	
3	Usługi obce stałe (kominiarz, itp.)			zł/rok	2 000,00
4	Koszty finansowe, odsetki, podatki			zł/rok	
5	Koszty ogólne wydzielone dla kotłowni			zł/rok	
6	Koszty remontowe i konserwacji bieżącej			zł/rok	2 000,00
7	Materiały, narzędzia			zł/rok	
8	Inne (BHP, Sanepid, UDT, pozostałe)			zł/rok	
I	Koszty stałe produkcji energii ciepłej		Razem:	zł netto/rok	4 451,80
I	Koszty stałe produkcji energii ciepłej		Razem:	zł brutto/rok	5 475,71

Lp.	Koszty zmienne	Cena	ilość	Jedn.	Wartość zł
a	Opłata za paliwo gazowe zmienna (netto)	0,10192	78 790	zł/kWh	8 030,23
b	Opłata za paliwo gazowe stała (netto)	6,28	12	zł/m-c	-
c	Opłata dystrybucyjna stała (netto)	31,37	12	zł/m-c	-
d	Opłata dystrybucyjna zmienna (netto)	0,03493	78 790	zł/kWh	2 752,12

1	Koszt zakupu opału			zł/rok	
2	Transport wewn./zewn., popioły, pyły, opał, itp.			zł/rok	
3	Koszty energii elektrycznej			zł/rok	
4	Koszty wody i ścieków			zł/rok	
5	Opłaty za korzystanie ze środowiska-emisja			zł/rok	
6	Płace sezonowe			zł/rok	
7	Koszty zmienne inne, usługi zewn. sezonowe, jednoraz.			zł/rok	
II	Koszty zmienne produkcji energii ciepłej		Razem:	zł netto/rok	10 782,35
II	Koszty zmienne produkcji energii ciepłej		Razem:	zł brutto/rok	13 262,29

Zapotrzebowanie energii ciepłej w roku standardowym: Q = 283,64 GJ/rok
 Zapotrzebowanie na moc: q = 0,0714 MW

Obliczenie kosztów energii ciepłej w roku standardowym:

Stawka opłaty zmiennej Kzm = 46,76 zł /GJ
 Stawka opłaty stałej Kst = 6 388,74 zł / (MW*mc)

Efekt ekologiczny

1.1. Zużycie energii przed i po termomodernizacji:

Przed termomodernizacją:

c.o. - źródło ciepła: gaz ziemny.

c.w.u. - źródło ciepła: sieć elektroenergetyczna.

Po termomodernizacji:

c.o. - źródło ciepła: gaz ziemny.

c.w.u. - źródło ciepła: gaz ziemny.

Poprzez realizację usprawnień termomodernizacyjnych zgodnie z opracowanym audytem energetycznym zapotrzebowanie na energię ulegnie znacznej redukcji:

c.o. - źródło ciepła: gaz ziemny.	Q _{co przed}	1326,8	GJ/rok
c.w.u. - źródło ciepła: sieć elektroenergetyczna.	Q _{cwu przed}	295,2	GJ/rok
c.o. - źródło ciepła: gaz ziemny.	Q _{co po}	536,5	GJ/rok
c.w.u. - źródło ciepła: gaz ziemny.	Q _{cwu po}	200,0	GJ/rok

2. Obliczenie efektu ekologicznego

Wielkość emisji oblicza się w oparciu o poniższy wzór:

$$E = Q \cdot WSK \text{ [GJ/rok} \cdot \text{g/GJ} = \text{g/GJ]}$$

E - Wielkość emisji [g/GJ]

Q - Zapotrzebowanie na energię cieplną [GJ/rok]

WSK - Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące do wyznaczenia efektu ekologicznego [g/GJ]

3.1. Emisja przed termomodernizacją - c.o.

$$Q_{co\ przed} = 1\ 326,8 \text{ GJ/rok}$$

Źródła ciepła od 50kW do 1MW gaz ziemny			
Pył PM 10	WSK =	0,5	g/GJ
Pył PM 2,5	WSK =	0,5	g/GJ
CO ₂	WSK =	55 820	g/GJ
Benzo(a)piren	WSK =	0,000	g/GJ
SO ₂	WSK =	0,5	g/GJ
NO _x	WSK =	70	g/GJ

3.2. Emisja przed termomodernizacją - c.w.u.

$$Q_{cwu\ przed} = 295,2 \text{ GJ/rok}$$

Pył PM 10	WSK =	0	g/GJ
Pył PM 2,5	WSK =	0	g/GJ
CO ₂	WSK =	230 833	g/GJ
Benzo(a)piren	WSK =	0	g/GJ
SO ₂	WSK =	0	g/GJ
NO _x	WSK =	0	g/GJ

831000g/MWh=230833g/GJ

4.1. Emisja po termomodernizacji - c.o.

$$Q_{co-po} = 536,5 \text{ GJ/rok}$$

Źródła ciepła poniżej 50kW gaz ziemny			
Pył PM 10	WSK =	0,5	g/GJ
Pył PM 2,5	WSK =	0,5	g/GJ
CO ₂	WSK =	55820	g/GJ
Benzo(a)piren	WSK =	0	g/GJ
SO ₂	WSK =	0,5	g/GJ
NO _x	WSK =	50	g/GJ

4.2. Emisja po termomodernizacji - c.w.u.

$$Q_{\text{c.w.u-po}} = 200,0 \text{ GJ/rok}$$

Pył PM 10	WSK =	0,5	g/GJ
Pył PM 2,5	WSK =	0,5	g/GJ
CO ₂	WSK =	55820	g/GJ
Benzo(a)piren	WSK =	0	g/GJ
SO ₂	WSK =	0,5	g/GJ
NO _x	WSK =	50	g/GJ

831000g/MWh=230833g/GJ

5. Wyniki obliczeń efektu ekologicznego

Obliczenie efektu ekologicznego [g/rok]:

Opis	przed	po	efekt
	g/rok	g/rok	g/rok
Pył PM 10	663	368	295
Pył PM 2,5	663	368	295
CO ₂	142 206 318	41 115 732	101 090 587
Benzo(a)piren	0	0	0
SO ₂	663	368	295
NO _x	92 877	36 829	56 048

Obliczenie efektu ekologicznego [kg/rok]:

Opis	przed	po	efekt
	kg/rok	kg/rok	kg/rok
Pył PM 10	1	0	0
Pył PM 2,5	1	0	0
CO ₂	142 206	41 116	101 091
Benzo(a)piren	0	0	0
SO ₂	1	0	0
NO _x	93	37	56

Obliczenie efektu ekologicznego [Mg/rok]:

Opis	przed	po	efekt
	Mg/rok	Mg/rok	Mg/rok
Pył PM 10	0	0	0
Pył PM 2,5	0	0	0
CO ₂	142	41	101
Benzo(a)piren	0	0	0
SO ₂	0	0	0
NO _x	0	0	0

Wnioski:

Powyższe opracowanie wykazało, że rozpatrywany budynek generował wysokie zużycie energii, co przekładało się na emisję do atmosfery dużych ilości substancji toksycznych i było tym samym bardzo uciążliwe dla środowiska. Zrealizowana termomodernizacja dla wyżej wymienionego obiektu pozwoliła na znaczne ograniczenie emisji substancji toksycznych. Inwestycja ta jest zatem całkowicie uzasadniona i kwalifikuje się do sektora ochrony klimatu, ze względu na redukcję emisji dwutlenku węgla jako gazu cieplarnianego. Dla wszystkich rodzajów substancji zanieczyszczających wykonano odpowiednie obliczenia. Obliczony efekt ekologiczny jest bardzo korzystny.