



Nr: 1504/02/16



**Zadanie:**  
AUDYT  
ENERGETYCZNY

---

**Temat:**

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI  
PUBLICZNEJ  
- BUDYNEK OCHOTNICZEJ  
STRAŻY POŻARNEJ W KOTACH  
PRZY UL. TOPOŁOWEJ 2.**

**Inwestor:**

**Gmina Tworóg**  
ul. Zamkowa 16  
42 – 690 Tworóg

**Opracował:**

inż. Krzysztof CZYŻYKOWSKI	
----------------------------	--

**Zatwierdził:**

mgr inż. Mariusz CZYSZEK	
--------------------------	--

Gliwice, luty 2016 r.

## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

Adres budynku	ulica: <b>Topolowa 2</b> kod: <b>42-690</b> miejscowość: <b>Koty</b> powiat: tarnogórski województwo: śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : <b>Krzysztof CZYŻYKOWSKI</b> tytuł zawodowy: <b>inż.</b> nr opracowania: <b>1504/02/16</b>

<b>1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku</b>			
<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
<b>1.1. Rodzaj budynku</b>	użyteczność publiczna	<b>1.2. Rok budowy</b>	1993
<b>1.3. Inwestor</b> (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)  (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Tworóg	<b>1.4. Adres budynku</b>	
	ul. Zamkowa nr 16	ul. Topolowa nr 2	
	kod 42-690 miejscowość Tworóg	kod 42-690 miejscowość: Koty	
	tel. .... fax. ....	powiat: tarnogórski województwo: śląskie	
	PESEL .....		
	Nazwa ..... nr .....		
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:</b>			
ML-Bud P.B.P.H. s.c  44-100 Gliwice, ul. Łużycka 16  REGON: 271783153			
<b>3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</b>			
inż. Krzysztof Czyżykowski, 44-100 Gliwice, ul. Łużycka 16, kurs NAPE nr 1618			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac,</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub remontowego	
1	mgr inż. Mariusz Czystek	inwentaryzacja techniczno-budowlana	
2			
3			
<b>5. Miejscowość</b>	Gliwice	<b>Data wykonania opracowania</b>	luty 2016
<b>6. Spis treści</b>			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku		str. 2	
2. Karta audytu energetycznego budynku		str. 3	
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora		str. 5	
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		str. 6	
5. Ocena stanu technicznego budynku		str. 10	
6. Wykaz ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		str. 11	
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		str. 12	
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji		str. 26	

2. Karta audytu energetycznego budynku <sup>1)</sup>			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	977	977
4.	Powierzchnia netto budynku netto [m <sup>2</sup> ]	258	258
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	258	258
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	40	40
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	ciepła woda przygotowywana centralnie	ciepła woda przygotowywana centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	ogrzewanie zdalaczynne	ogrzewanie zdalaczynne
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,1	1,1
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m <sup>2</sup> K]			
1.	Ściany zewnętrzne stykające się z gruntem	0,65	0,65
	Ściany zewnętrzne	0,89	0,21
2.	Stropodach	1,04	0,18
	Strop nad kotłownią	3,33	0,18
4.	Podłoga na gruncie	0,61	0,61
5.	Okna PVC	2,60	1,10
6.	Drzwi zewnętrzne	5,10	1,50
	Bramy	2,60	2,60
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,82	0,82
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,77
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	800	800
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	-	-
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	50,13	23,55
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	1,33	1,33
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	326,08	87,23
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	463,54	124,01
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	8,39	8,39

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak pomiarów	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do 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/m <sup>2</sup> rok]	351,43	94,01
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	499,57	133,65
10. <sup>2)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup> [zł/GJ]	35,3	35,3
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup> [zł/m <sup>3</sup> ]	9,39	9,39
4.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie cwu na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]	0	0
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	5,39	1,51
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	0,00	0,00
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]	254 830	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	71,9
Planowane koszty całkowite [zł]	254 830	Premia termomodernizacyjna [zł]	28 785
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			14 393
<p><sup>1)</sup> Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.</p> <p><sup>2)</sup> <math>U_{oze}</math> [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniami dotyczącymi sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania cwu.</p> <p><sup>3)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p><sup>4)</sup> Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p>			

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

**3.1. Dokumentacja projektowa:**

-

**3.2. Inne dokumenty**

-

**3.3. Osoby udzielające informacji**

-

-

**3.4. Data wizji lokalnej**

01.2016

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

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
- w ramach audytu dokonanie oceny efektywności ewentualnej wymiany okien

**3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji**

**Brak danych**

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

##### 4a. Ogólne dane o budynku

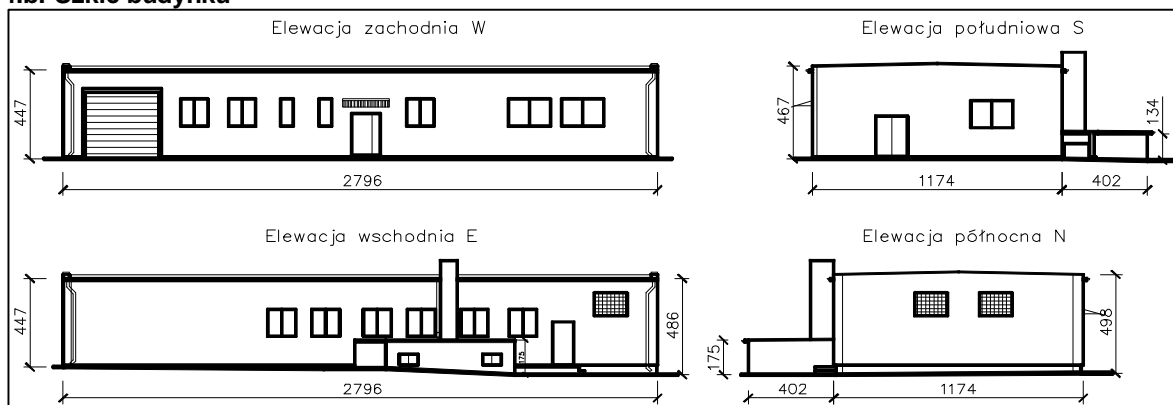
<b>Identyfikator budynku</b>				
<b>Własność</b>	prywatna	spółdzielcza	komunalna	x
<b>Przeznaczenie budynku</b>	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny	x
<b>Osiedle</b>				
<b>Adres</b>	ul. Topolowa 2, 42-690 Koty,			
<b>Budynek</b>	wolnostojący x bliźniak	segment w zabudowie szeregowej blok mieszkalny, wielorodzinny		

Rok budowy		1993		Rok zasiedlenia		1993	
<b>Technologia budynku</b>		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	x tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:		uprzemysłowiona			
1	Powierzchnia zabudowana <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	360,67	11	Liczba klatek schodowych			
2	Kubatura budynku <sup>2)</sup> [m <sup>3</sup> ]	1 467,28	12	Liczba kondygnacji			
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m <sup>3</sup> ]	976,86	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,79		
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]		14	Liczba użytkowników	40		
5	Powierzchnia korytarzy [m <sup>2</sup> ]		15	Liczba mieszkań	-		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m <sup>2</sup> ]		16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m <sup>2</sup>	-		
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m <sup>2</sup> ] <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>		17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m <sup>2</sup>	-		
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m <sup>2</sup> ]	257,75	18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m <sup>2</sup>	-		
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m <sup>2</sup> ]	257,75	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	-		
10	Budynek podpiwniczony	NIE	20	Liczba mieszkań z WC osobno	-		

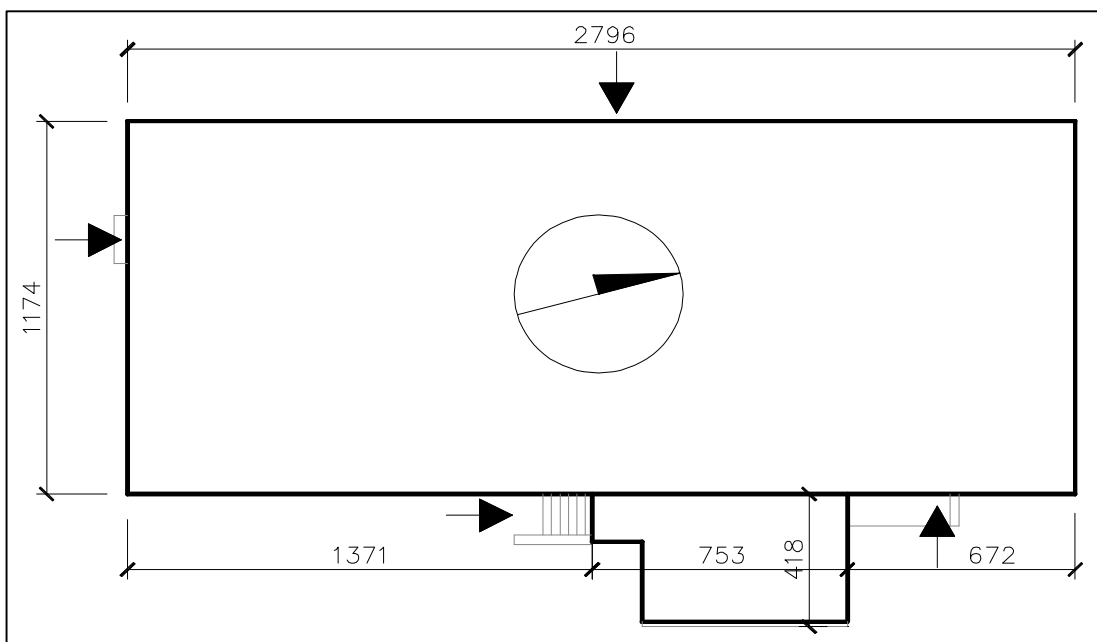
<sup>1)</sup> wg PN-ISO 9836. Właściwości użytkowe w budownictwie. Określenie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych

<sup>2)</sup> j.w.

#### 4.b. Szkic budynku



Schemat budynku:



Fragment elewacji zachodniej



Elewacja wschodnia



Elewacja północna



Elewacja południowa



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

Budynek użyteczności publicznej - budynek Ochotniczej Straży Pożarnej. Budynek wykonany w technologii tradycyjnej murowanej.

Ściany zewnętrzne murowane z bloczków żużłobetonowych gr. 52 cm obustronnie otynkowane tynkiem cementowo - wapiennym.

Stropodach pełny o konstrukcji żelbetowej z płyt prefabrykowanych, kryty papą. Odwodnienie zewnętrzne realizowane za pomocą rynien i rur spustowych stalowych.

Ściany wewnętrzne murowane z cegieł pełnych i dziurawek na zaprawie cementowo-wapiennej

Stolarka okienna PCV w dostatecznym stanie technicznym - współczynnik  $U=2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

Drzwi wejściowe: drewniane -  $U=5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . oraz stalowe, współczynnik przenikania ciepła ocenia się na  $U = 5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

##### Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Położenie	Pow. całk.	Pow. do obl. strat ciepła	$U_k$	Pow. okien	U okna	Pow. drzwi	U drzwi
			m2	m2		m2	W/(m2.K)	m2	W/(m2.K)
1	Ściany zewnętrzne	E	134,49	124,42	0,89	13,52	2,60	2,18	5,10
		W	124,98	122,19		12,42	2,60	2,80	5,10
		N	66,94	58,96		3,57	2,60	-	-
		S	62,92	59,40		2,73	2,60	5,56	5,10
2	Ściany zewnętrzne stykające się z gruntem	E	6,45	6,45	0,65	-	-	-	-
		N	2,85	3,76		-	-	-	-
		S	3,41	3,41		-	-	-	-
3	Stropodach		322,38	328,25	1,04	-	-	-	-
4	Stropodach nad kotłownią		27,54	24,36	3,33	-	-	-	-
5	Podłoga na gruncie		312,60	356,61	0,61	-	-	-	-

#### 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$q_{moc}$ [kW]	50,13
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	$q$ [kW]	51,46
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	$Q_H$ [GJ]	326,08
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m <sup>3</sup> a]	131,81
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	$Q_S$ [GJ]	463,54
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	35,31
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ogrzewanie centralne węglowe. Instalacja z rozdziałem dolnym.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu. Stan dobry.
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne, członowe; stalowe
5.	Ochronienie grzejników	TAK
6.	Zawory termostatyczne	NIE
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_d = 0,90$ $\eta_e = 0,77$ $\eta_g = 0,82$ $\eta_s = 1,00$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	5/24
9.	Modernizacja instalacji po 1984 roku	-

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

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowana indywidualnie w podgrzewaczach przepływowych
2.	Piony i ich izolacja	Przewody stalowe, stan dobry
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	NIE
4.	Zużycie ciepłej wody w m <sup>3</sup> /m-c określone wg. pomiaru	-

#### 4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	800

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

Kocioł grzewczy wodny typu ZĘBIEC S3WK44 o mocy 44 kW, paliwo węgiel kamienny - orzech I, rok produkcji 2005
--

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Stolarka okienna jest w dostatecznym stanie technicznym. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną.

### 5.2. System grzewczy

Nie stwierdzono wad w instalacji centralnego ogrzewania - stan techniczny oceniono jako dobry nie wymagający szczególnych zmian technicznych

### 5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

System nie jest wyposażony w wodomierze mieszkaniowe.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<b>Przegrody zewnętrzne</b>  <b>Przegrody zewnętrzne</b> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m <sup>2</sup> K] - ściany zewnętrzne U= 0,89 - ściany zewnętrzne stykające się z gruntem U= 0,65 - stropodach U= 1,04 - dach nad kotłownią U= 3,33	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian $R > 4$ - dla dachu $R > 4,5$
2	<b>Okna PVC</b> są w dostatecznym stanie technicznym o współczynniku U = 2,60  <b>Drzwi zewnętrzne</b> są w złym stanie technicznym o współczynniku U = 5,10	wymiana okien,  wymiana drzwi,
3	<b>Wentylacja grawitacyjna</b> - nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co zwiększa zużycie energii na ogrzewanie	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników.
4	<b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b> - nie rozpatrywana	nie rozpatrywana
5	<b>System grzewczy</b> - ogrzewanie indywidualne Grzejniki żeliwne, nieosłonięte	Nie przewiduje się modernizacji instalacji c.o. - patrz pkt.5.2.

**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	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
2	j.w. przez stropodach	Ocieplenie stropów styropapą.
4	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien, montaż nawiewników
5	Podwyższenie sprawności instalacji co	Nie przewiduje się modernizacji instalacji c.o. - patrz pkt. 5.2.

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	
	zmniejszenie strat przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
	zmniejszenie strat przez stropodach	Ocieplenie stropodachu płytami styropapy
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien, montaż nawiewników
<b>Uwagi:</b>		

## 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
- 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	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d^*$ dla przegród zewnętrznych	3 798	3 798	dzień $\cdot$ K $\cdot$ a
$O_{0m}, O_{1m},$	0,00	0,00	zł/(MW $\cdot$ mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	35,31	35,31	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	zł/m-c

\* liczbę stopniodni przyjęto dla Katowic

Uwaga: Podane ceny są cenami brutto.

	Węgiel	
	Netto	Brutto
Cena za paliwo, zł/jm	0,54	0,66
Koszt pracy palacza zł/jm	0,24	0,30
Koszt jednostkowy paliwa, zł/jm	0,78	0,95
Wartość energetyczna paliwa, MJ/jm	27,00	27,00
Koszt jednostkowy, zł/GJ	28,71	35,31

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Ściany zewnętrzne			
Dane:      powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	309,92	m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	334,29	m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodności λ=            0,040 W/mK . Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot K)/W$							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m²K/W		3,00	3,50	4,00	4,50
3	Opór cieplny R	m²K/W	1,19	4,19	4,69	5,19	5,69
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>	GJ/a	90,55	24,27	21,68	19,60	17,87
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>	MW	0,011	0,003	0,003	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		2 340	2 432	2 505	2 566
7	Cena jednostkowa usprawnienia*	zł/m²		252	260	268	276
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		84 242	86 916	89 591	92 265
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		36,00	35,75	35,76	35,96
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m²·K	0,89	0,24	0,21	0,19	0,18
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 wg. wyceny firmy ML-Bud P.B.P.H. s.c. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odjęciem powierzchni okien i drzwi.							
Wybrany wariant : 2		Koszt :	86 916 zł	SPBT=	35,7 lat		

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Stropodach			
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A</b> =      328,25 m <sup>2</sup>	<b>A<sub>kosz</sub></b> =      322,38 m <sup>2</sup>		
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie stropodchu warstwą styropapy o współczynniku przewodności λ=      0,038 W/mK . Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> K/W		3,68	4,21	4,74	5,26
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	0,96	4,64	5,17	5,70	6,22
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>	GJ/a	112,2	23,2	20,8	18,9	17,3
5	q <sub>oU</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>	MW	0,014	0,0028	0,0025	0,0023	0,0021
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>oU</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		3 143	3 227	3 294	3 351
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		228,0	232,5	237,0	241,5
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		73 503	74 953	76 404	77 855
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		23,39	23,22	23,19	23,23
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	1,04	0,22	0,19	0,18	0,16
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg. wyceny firmy ML-Bud P.B.P.H. s.c. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu.							
Wybrany wariant : 3		Koszt :      76 404 zł		SPBT=      23,2 lat			



7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Strop nad kotłownią			
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat		A	=	24,36 m <sup>2</sup>	
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A <sub>kosz</sub>	=	27,54 m <sup>2</sup>	
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie stropodchu warstwą styropapy o współczynniku przewodności λ= 0,038 W/mK . Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,5 (m <sup>2</sup> ·K)/W							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,16	0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W		4,21	4,74	5,26	5,79
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,30	4,51	5,04	5,56	6,09
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>	GJ/a	26,6	1,8	1,6	1,4	1,3
5	q <sub>oU</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>	MW	0,003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>oU</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		876	883	890	893
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		306	308	310	312
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		8 427	8 482	8 537	8 592
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		9,62	9,61	9,59	9,62
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	3,33	0,22	0,20	0,18	0,16
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg. wyceny firmy ML-Bud P.B.P.H. s.c. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu.							
Wybrany wariant : 3		Koszt : 8 537 zł		SPBT= 9,6 lat			

				Przedsięwzięcie		
7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Wymiana okien PVC		
Dane:    powierzchnia okien				$A_{ok.} = 32,25 \text{ m}^2$		
				$V_{nom} = \Psi = 602,9 \text{ m}^3/\text{h}$	$V_{obl} = \Psi * C_m$	
				$C_w = 1$		
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U:						
wariant 1 : okna z PCV		U= 1,3	a= 0,8			
wariant 2: okna z PCV		U= 1,1	a< 0,3 z nawietrzakami higrosterowanymi			
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien					

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi zewnętrznych		
<div>Dane:    powierzchnia drzwi<span style="float:right">A<sub>drzw</sub> = 10,54 m<sup>2</sup></span> <span style="float:right">V<sub>nom</sub> = ψ = 197,1 m<sup>3</sup>/h</span><span style="float:right">V<sub>obl</sub> = ψ * C<sub>m</sub></span> <span style="float:right">C<sub>w</sub> = 1</span></div> <div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U: wariant 1 : drzwi aluminiowe                    U= 1,7                    a= 0,8 wariant 2: drzwi aluminiowe                    U= 1,5                    a= 0,8</div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi                    U	W/m <sup>2</sup> K	5,10	1,7	1,5	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	1,00	1,00	1,00	
		Cm	1,00	1,00	1,00	
3	8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A <sub>ok</sub> *U	GJ/a	17,6	5,9	5,2	
4	2,94*10 <sup>-5</sup> *C <sub>r</sub> *C <sub>w</sub> *V <sub>nom</sub> *Sd	GJ/a	22,0	22,0	22,0	
5	Q <sub>0</sub> , Q <sub>1</sub> = (3) + (4)	GJ/a	39,6	27,9	27,2	
6	10 <sup>-6</sup> *A <sub>ok</sub> *(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )*U	MW	0,0022	0,0007	0,0006	
7	3,4*10 <sup>-7</sup> *V <sub>obl</sub> *(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )	MW	0,0027	0,0027	0,0027	
8	q <sub>0</sub> , q <sub>1</sub> = (6) + (7)	MW	0,0049	0,0034	0,0033	
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/rok		413	438	
10	Koszt wymiany drzwi    N <sub>drzw</sub>	zł		12 384	13 016	
11	Koszt modernizacji wentylacji N <sub>w</sub>	zł		-	0	
12	SPBT = (N <sub>ok</sub> +N <sub>w</sub> )/ΔO <sub>ru</sub>	lata		30,0	29,7	
<div>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></div> <div>Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi w zł/m<sup>2</sup> wg wyceny firmy ML-Bud P.B.P.H. s.c.    Koszt modernizacji:</div> <div><div>wariant 1: wymiana</div><div>10,54 m2 drzwi*</div><div>1 175,00    zł/m<sup>2</sup> =</div><div>12 384 zł</div></div> <div><div>wariant 2 : wymiana</div><div>10,54 m2 drzwi*</div><div>1 235,00    zł/m<sup>2</sup> =</div><div>13 016 zł</div></div> <div>13 016</div>						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	13 016 zł	SPBT=	29,7    lat	

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

**Dane:**  $Q_{ocw} = 8,39 \text{ GJ}$   $q_{ocw} = 0,0013 \text{ MW}$  zmniejszenie zużycia - 0,0%

**Opis:**

Brak zgody Inwestora na zmianę sposobu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu.	GJ/a	8,39	8,39
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0013	0,0013
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	296	296
	Oszczędność	zł/a		
4.	Koszt modernizacji	zł		
5.	SPBT	lata		

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

<b>KOSZT</b>	0 zł	<b>SPBT</b>	0,0 lat
--------------	------	-------------	---------

7.2.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu nad kotłownią	8 537	9,6
2	Ocieplenie stropodachu	76 404	23,2
3	Wymiana drzwi zewnętrznych	13 016	29,7
4	Wymiana okien PVC	39 990	31,4
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	86 916	35,7

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

Dane:  $Q_{oco} = 326,08$  GJ/a  $w_{t0} = 0,9$   $w_{d0} = 0,95$   $\eta_0 = 0,568$

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

Nie przewiduje się modernizacji instalacji c.o. - patrz pkt. 5.2.

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła - bez zmiany	$\eta_g = 0,82$	$\eta_g = 0,82$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_d = 0,90$	$\eta_d = 0,90$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = 0,77$
4	akumulacja ciepła	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$
7	sprawność całkowita systemu	$\eta = \eta_g \eta_d \eta_e \eta_s = 0,568$	$\eta = \eta_g \eta_d \eta_e \eta_s = 0,568$

#### Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta$	-	0,568	0,568
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t$	-	0,85	0,85
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów $w_d$	-	0,95	0,95
4	Oszczędność kosztów $\Delta Q_{tco}$	zł/a		
5	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		
6	SPBT	lata		

Koszty w oparciu o stawki lokalnych firm instalacyjnych:

#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu

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 stosujesz następujące skrócone określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3.

- strop nad kotłownią - ocieplenie stropu nad kotłownią
- stropodach - ocieplenie stropodachu
- drzwi zewnętrzne - wymiana drzwi zewnętrznych
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych
- okna PVC - wymiana istniejących okien PVC na nowe

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu					
	1	2	3	4	5	6
strop nad kotłownią	X	X	X	X	X	
stropodach	X	X	X	X		
drzwi zewnętrzne	X	X	X			
okna PVC	X	X				
ściany zewnętrzne	X					

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

$$Q_0 = w_{t0} * w_{d0} * Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw} / \eta_{0w}$$

$$Q_1 = w_{t1} * w_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1w}$$

$$q_0 = q_{0m} + q_{0cw}$$

$$q_1 = q_{1m} + q_{1cw}$$

$$O_{0r} = Q_0 * O_{0z} + 12 * q_0 * O_{0m} + 12 * A_{b0}$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_{1z} + 12 * q_1 * O_{1m} + 12 * A_{b1}$$

$$O_r = O_{r0} - O_{r1}$$

$$\Delta O_r = (w_{t0} * w_{d0} * Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw} / \eta_{0w}) * O_{0z} - (w_{t1} * w_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1w}) * O_{1z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * O_{0m} - (q_{1m} + q_{1cw}) * O_{1m}] + 12 [A_{b0} - A_{b1}]$$

Nr. war.	$Q_{0co}$	$q_{0m}$	$\eta_0, W_{d0}, W_{t0}$			$Q_{0cw}$	$q_{0cw}$	$\eta_{0w}$	$Q_0$	$q_0$	$O_{0r}$	$\Delta O_r$	N
	$Q_{0co}$	$q_{0m}$	$\eta_1, W_{d1}, W_{t1}$			$Q_{1cw}$	$q_{1cw}$	$\eta_{1w}$	$Q_1$	$q_1$	$O_{1r}$		
1	2	3	4			5	6	7	8	9	10	11	12
stan istn.	326,08	50,13	0,57	0,95	0,85	8,39	1,33	0,99	472,01	51,46	16 666,84		
1	87,23	23,55	0,57	0,95	0,85	8,39	1,33	0,99	132,48	24,88	4 677,77	11 989,07	224 864,23
2	160,26	31,90	0,57	0,95	0,85	8,39	1,33	0,99	236,29	33,23	8 343,45	8 323,40	137 947,74
3	177,58	33,84	0,57	0,95	0,85	8,39	1,33	0,99	260,90	35,17	9 212,51	7 454,33	97 957,87
4	195,02	35,77	0,57	0,95	0,85	8,39	1,33	0,99	285,70	37,10	10 088,07	6 578,77	84 941,46
5	297,88	47,07	0,57	0,95	0,85	8,39	1,33	0,99	431,93	48,40	15 251,30	1 415,54	8 537,40



#### 7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
							20% kredytu	16% kosztów całkowitych	dwukrotność rocznej oszczędności energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]		[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	strop nad kotłownią stropodach drzwi zewnętrzne okna PVC ściany zewnętrzne oświetlenie	254 830	14 393	71,9	0 254 830	0% 100%	50 966	40 773	28 785
2	strop nad kotłownią stropodach drzwi zewnętrzne okna PVC oświetlenie	167 914	10 727	49,9	0 167 914	0% 100%	33 583	26 866	21 454
3	strop nad kotłownią stropodach drzwi zewnętrzne oświetlenie	127 924	9 858	44,7	0 127 924	0% 100%	25 585	20 468	19 716
4	strop nad kotłownią stropodach oświetlenie	114 908	8 982	39,5	0 114 908	0% 100%	22 982	18 385	17 965
5	strop nad kotłownią oświetlenie	38 504	3 819	8,5	0 38 504	0% 100%	7 701	6 161	7 638

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- ocieplenie stropu nad kotłownią
- ocieplenie stropodachu
- wymiana drzwi zewnętrznych
- wymiana okien istniejących PVC na nowe
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- dodatkowo - wymianę oświetlenia wbudowanego na energooszczędne LED

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 71,9% ,czyli powyżej 25%
2. środki własne inwestora wyniosą 0 zł ,
3. Wysokość premi termomodernizacyjnej wyznaczono jako minimum z wartości w kolumnach 7,8,9 tabeli pkt.7.4.3.

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

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego **wariantu nr 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplenie stropu nad kotłownią 20 cm warstwą styropapy o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda \leq 0,038$  W/mK. Do wykonania 27,54 m<sup>2</sup> ocieplenia za sumę 8 537 zł.
2. Ocieplenie stropodachu 18 cm warstwą styropapy o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda \leq 0,038$  W/mK. Do wykonania 322,38 m<sup>2</sup> ocieplenia za sumę 76 404 zł.
3. Wymiana okien PVC. Do wymiany 32,25 m<sup>2</sup> drzwi za sumę 39 990 zł.
4. Wymiana drzwi wejściowych. Do wymiany 10,54 m<sup>2</sup> drzwi za sumę 13 016 zł.
5. Ocieplenie ścian zewnętrznych 14 cm warstwą styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda \leq 0,040$  W/mK. Do wykonania 334,29 m<sup>2</sup> ocieplenia za sumę 86 916 zł.
5. Dodatkowo przewiduje się wymianę oświetlenia wbudowanego na energoszczędne LED. Koszt prac na sumę 29 966 zł

### 8.2. Charakterystyka finansowa

Koszt wykonania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej	- zł
Kalkulowany koszt robót wyniesie:	254 830 zł
Kalkulowany koszt inwestycji wyniesie:	254 830 zł
Udział środków własnych inwestora:	- zł
Kredyt bankowy:	254 830 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	28 785 zł

### 8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. 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 powietrza wentylacyjnego
Załącznik 3	Określenie sprawności systemu grzewczego
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 5,5a	Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 6	Obliczenia emisji zanieczyszczeń
Załącznik 7	Bezpośredni efekt ekologiczny.
Załącznik 8	Oświetlenie wbudowane

**Załącznik 1**

**Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)**

Nr	typ	Opis warst	Grubość m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> *K	R m <sup>2</sup> *K/W	U, $\Delta U$ , $U_k$ W/m <sup>2</sup> *K
1	ściany zewnętrzne	- tynk cem.- wap.	0,02	0,82	0,02	U= 0,84 $\Delta U$ = 0,05  $U_k$ = 0,89
		- pustaki żużlobetonowe	0,49	0,50	0,98	
		- tynk cem.- wap.	0,02	0,82	0,02	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
					<b>1,19</b>	
2	stropodach	-papa	0,01	0,18	0,06	$U$ = 1,04
		-jastrych cementowy	0,02	1,00	0,02	
		-żużel	0,15	0,28	0,54	
		-płyta stropowa kanałowa			0,18	
		-tynk cem. - wap.	0,02	0,82	0,02	
		- $R_{si}+R_{se}$			0,14	
					<b>0,96</b>	
3	strop nad kotłownią	-papa	0,01	0,18	0,06	$U$ = 3,33
		-jastrych cementowy	0,02	1,00	0,02	
		-płyta żelbetowa	0,10	1,70	0,06	
		-tynk cem. - wap.	0,02	0,82	0,02	
		- $R_{si}+R_{se}$			0,14	
					<b>0,30</b>	
4	podłoga na gruncie	-jastrych cementowy	0,03	1,00	0,03	$U$ = 0,61
		-papa	0,01	0,18	0,06	
		-żużel	0,12	0,28	0,43	
		-beton	0,12	1,70	0,07	
		-piasek	0,15	0,40	0,38	
		$R_{gr}$			0,50	
		- $R_{si}$			0,17	
					<b>1,64</b>	
5	ściany zewnętrzne stykające się z gruntem	- tynk cem.- wap.	0,02	0,82	0,02	U= 0,65 $\Delta U$ = 0  $U_k$ = 0,65
		- pustaki żużlobetonowe	0,49	0,50	0,98	
		- tynk cem.- wap.	0,02	0,82	0,02	
		$R_{si}$			0,13	
		$R_{gr}$			0,40	
		mostki cieplne				
					<b>1,55</b>	

---

**Załącznik nr 2**

**Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego**

Lp.	Ilość osób	Norma, m <sup>3</sup> /h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4
1	40	20	800
			<b>800</b>
	Ogółem	<b><math>\psi =</math></b>	<b>800</b>

### **Załącznik 3**

#### **Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym**

##### **1. Sprawność wytwarzania ciepła**

$$\eta_g = 0,82$$

##### **2. Sprawność przesyłania**

$$\eta_d = 0,90$$

##### **3. Sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego**

$$\eta_e = 0,77$$

$$\eta_e = \eta_e' + 0,03 * X - 0,03$$

gdzie  $X = 0,99$

##### **4. Sprawność akumulacji ciepła**

$$\eta_s = 1,00$$

##### **5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia**

$$w_t = 0,85$$

##### **6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby**

$$w_d = 0,95$$

##### **7. Sprawność systemu grzewczego**

$$\eta = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s = 0,568$$

**Załącznik nr 4**

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie:			istniejącym
1	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	$A_f =$	257,75 m <sup>2</sup>
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	$V_{wi} =$	0,60 dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *dzień)
3	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{wi} * A_f =$	155 dm <sup>3</sup> /dzień
4	Ciepło właściwe wody, $c_w$		4,19 kJ/(kgK)
5	Gęstość wody, $p_w$		1,00 kg/dm <sup>3</sup>
6	Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej, $k_R$		0,78
7	Obliczeniowa temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym, $\theta_w$		55 °C
8	Obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem, $\theta_0$		10 °C
9	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 dm <sup>3</sup> wody	$c_w * p_w * (\theta_w - \theta_0) k_R$	147,07 kJ/dm <sup>3</sup>
10	liczba dni w roku, $t_R$		365 dzień
11	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania cwu	$Q_{W,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * p_w * (\theta_w - \theta_0) k_R * t_R / 3600$	2 305,99 kWh/rok
12	średnia sezonowa sprawność wytwarzania, $\eta_{w,g}$		0,99
13	średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji), $\eta_{w,d}$		1,00
14	średnia sezonowa sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$		1,00
15	średnia sezonowa sprawność wykorzystania, $\eta_{w,e}$		1,00
16	całkowita sprawność systemu przygotowania cwu, $\eta_{w,tot}$		0,99
17	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{w,tot}$	2 329,28 kWh/rok 8,4 GJ/rok
18	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{wi} * A_f =$	0,15 m <sup>3</sup> /doba
19	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / \text{godz.} =$	0,009 m <sup>3</sup> /h
20	współczynnik nierównomierności rozbioru, $N_n$		3,79
21	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody	$Q_{cwj}$	0,147 GJ/m <sup>3</sup>
22	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 * N_n =$	1,33 kW
23	Koszt przygotowanie cwu	$Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 =$	296 zł
24	Koszt wody zimnej	$V_{cw} * 4,15 =$	234 zł
25	Sumaryczny koszt roczny cwu		530 zł
26	Średni koszt 1 m <sup>3</sup> cwu		9,39 zł/m <sup>3</sup>



**Załącznik nr 5**

**Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie.**

**Obliczenia zapotrzebowania ciepła wykonano wg. PN - EN ISO 13790:2009, a mocy cieplnej wg. PN - EN 12831:2006**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	23,6	87,2
2	31,9	160,3
3	33,8	177,6
4	35,8	195,0
5	47,1	297,9
stan istniejący	50,1	326,1

**Załącznik nr 5a**

**Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie**

**Obliczenia zapotrzebowania ciepła wykonano wg. PN - EN ISO 13790:2009, a mocy  
cieplnej wg. PN - EN 12831:2006**

Wariant	Zapotrzebowanie		
	ciepła		mocy cieplnej
	$Q_H$ [kWh/a]	$Q_{co}$ [GJ]	$q_m$ [kW]
1	24 231,45	87,23	23,55
2	44 517,12	160,26	31,90
3	49 326,47	177,58	33,84
4	54 171,76	195,02	35,77
5	82 744,83	297,88	47,07
stan istniejący	90 578,36	326,08	50,13

**Załącznik nr 6**

**OBLICZENIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ  
w stanie istniejącym dla c.o.**

Data wykonania obliczeń

**2016-03-10**

DANE
WYNIKI

**Roczne zużycie ciepła na cele ogrzewania**  
/z uwzględnieniem sprawności systemu/  
Kaloryczność węgla

Eco= **463,54** GJ/a

K= **24,00** MJ/kg

Ilość spalanego paliwa

Bp = **24 762,00** kg  
**24,76** Mg

Wskaźnik unosu pyłu zawieszonego całkowitego TSP

$W_p = 1,5 \cdot A^r =$  10,5 kg/Mg

Wskaźnik unosu tlenków azotu

$W_{NOx/NO2} =$  2 kg/Mg

Wskaźnik unosu tlenku węgla

$W_{CO} =$  70 kg/Mg

Wskaźnik unosu dwutlenku węgla

$W_{CO2} =$  1850 kg/Mg

Wskaźnik unosu dwutlenku siarki

$W_{SO2/SO2=16 \cdot s} =$  9,6 kg/Mg

Wskaźnik unosu benzo(a)pirenu

$W_{b-a-p} =$  0,014 kg/Mg

Tabela

Pył	$E_p = B_p \cdot W_p$	$E_p =$	<b>260,001</b>	kg/a
NO <sub>x</sub>	$E_{NOx} = B \cdot W_{NOx}$	$E_{NOx} =$	<b>49,524</b>	kg/a
CO	$E_{CO} = B \cdot W_{CO}$	$E_{CO} =$	<b>1 733,340</b>	kg/a
CO <sub>2</sub>	$E_{CO2} = B \cdot W_{CO2}$	$E_{CO2} =$	<b>45 809,708</b>	kg/a
SO <sub>2</sub>	$E_{SO2} = B \cdot W_{SO2}$	$E_{SO2} =$	<b>237,715</b>	kg/a
B-a-P	$E_{b-a-p} = B \cdot W_{b-a-p}$	$E_{b-a-p} =$	<b>0,347</b>	kg/a

**260,00**  
**49,52**  
**1 733,34**  
**45 809,71**  
**237,72**  
**0,35**

**Załącznik nr 6**

**OBLICZENIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ  
w stanie projektowanym dla c.o.**

Data wykonania obliczeń

**2016-03-10**

DANE
WYNIKI

**Roczne zużycie ciepła na cele ogrzewania**  
/z uwzględnieniem sprawności systemu/  
Kaloryczność węgla

Eco= **124,01** GJ/a

K= **24,00** MJ/kg

Ilość spalanego paliwa

Bp = **6 624,31** kg  
**6,62** Mg

Wskaźnik unosu pyłu zawieszonego całkowitego TSP

$W_p = 1,5 \cdot A^r =$  10,5 kg/Mg

Wskaźnik unosu tlenków azotu

$W_{NOx/NO2} =$  2 kg/Mg

Wskaźnik unosu tlenku węgla

$W_{CO} =$  70 kg/Mg

Wskaźnik unosu dwutlenku węgla

$W_{CO2} =$  1850 kg/Mg

Wskaźnik unosu dwutlenku siarki

$W_{SO2/SO2=16 \cdot s} =$  9,6 kg/Mg

Wskaźnik unosu benzo(a)pirenu

$W_{b-a-p} =$  0,014 kg/Mg

Tabela

Pył	$E_p = B_p \cdot W_p$	$E_p =$	<b>69,555</b>	kg/a
NO <sub>x</sub>	$E_{NOx} = B \cdot W_{NOx}$	$E_{NOx} =$	<b>13,249</b>	kg/a
CO	$E_{CO} = B \cdot W_{CO}$	$E_{CO} =$	<b>463,702</b>	kg/a
CO <sub>2</sub>	$E_{CO2} = B \cdot W_{CO2}$	$E_{CO2} =$	<b>12 254,976</b>	kg/a
SO <sub>2</sub>	$E_{SO2} = B \cdot W_{SO2}$	$E_{SO2} =$	<b>63,593</b>	kg/a
B-a-P	$E_{b-a-p} = B \cdot W_{b-a-p}$	$E_{b-a-p} =$	<b>0,093</b>	kg/a

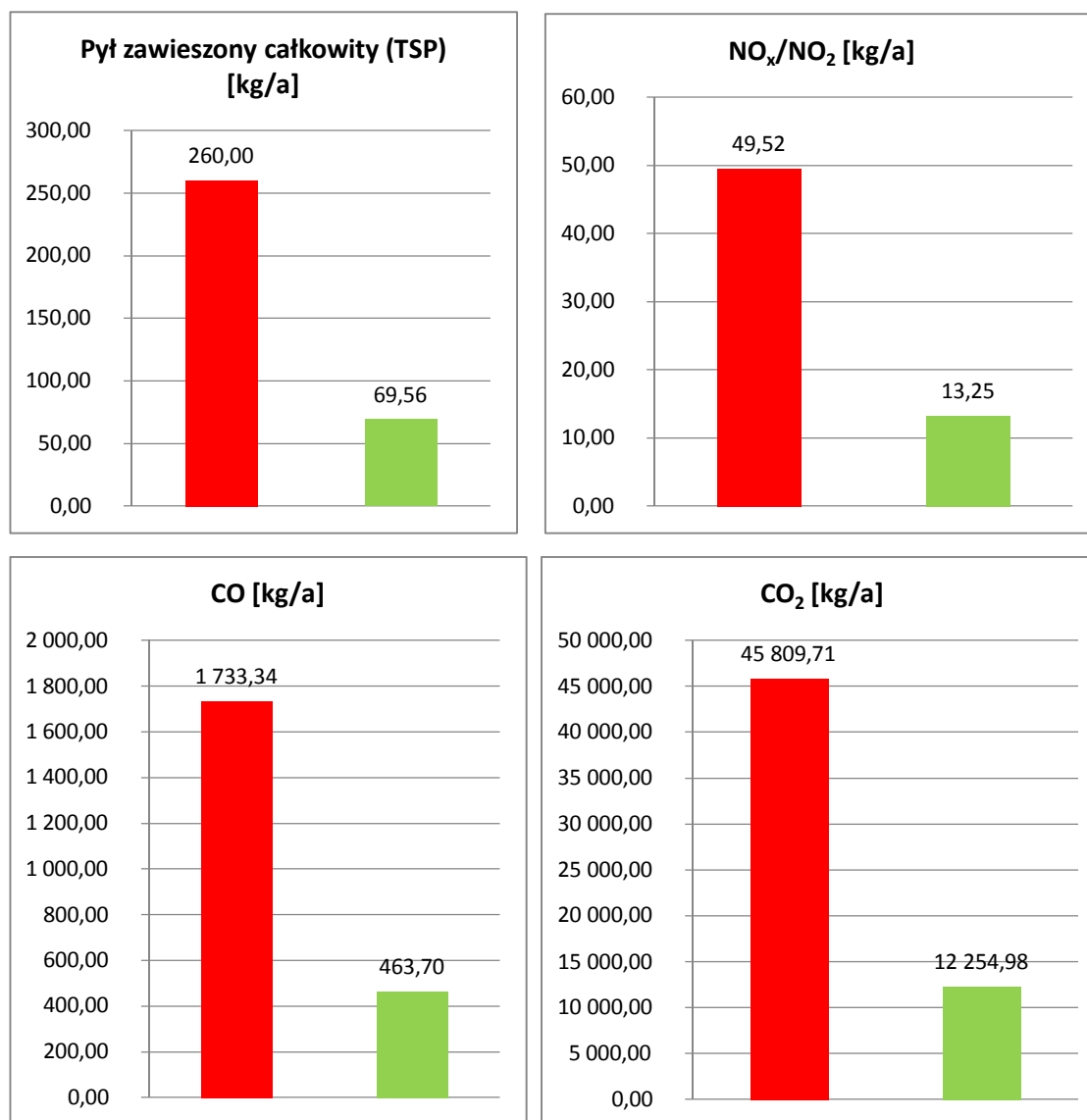
**69,56**  
**13,25**  
**463,70**  
**12 254,98**  
**63,59**  
**0,09**

**Załącznik nr 7**

**Bezpośredni efekt ekologiczny.**

Emitowane zanieczyszczenie	Jedn.	Wielkość dotychczasowa	Wielkość planowana	Efekt ekologiczny	Zmniejszenie emisji, %
-	-	a	b	c=a-b	d=c/a*100
<b>Pył zawieszony</b>	<b>kg/a</b>	<b>260,00</b>	<b>69,56</b>	<b>190,44</b>	<b>73,25</b>
<b>N<sub>ox</sub>/N<sub>O2</sub></b>	<b>kg/a</b>	<b>49,52</b>	<b>13,25</b>	<b>36,27</b>	<b>73,24</b>
<b>CO</b>	<b>kg/a</b>	<b>1 733,34</b>	<b>463,70</b>	<b>1 269,64</b>	<b>73,25</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>kg/a</b>	<b>45 809,71</b>	<b>12 254,98</b>	<b>33 554,73</b>	<b>73,25</b>
SO <sub>x</sub> /SO <sub>2</sub>	kg/a	237,72	63,59	174,13	73,25
b-a-p	kg/a	0,35	0,09	0,26	74,29

Bezpośredni efekt ekologiczny dla stanu istniejącego i projektowanego - poszczególne zanieczyszczenia:

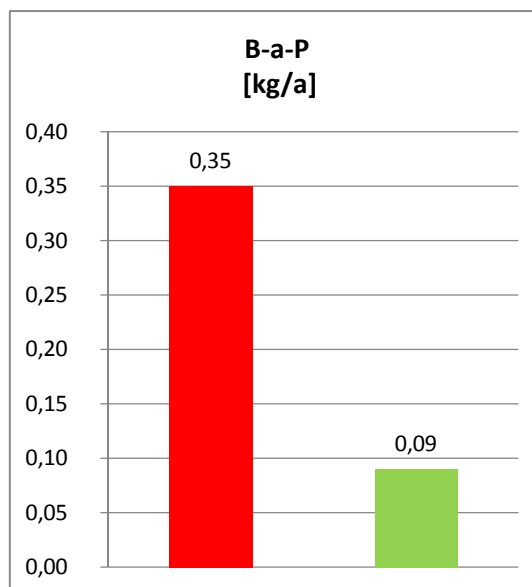
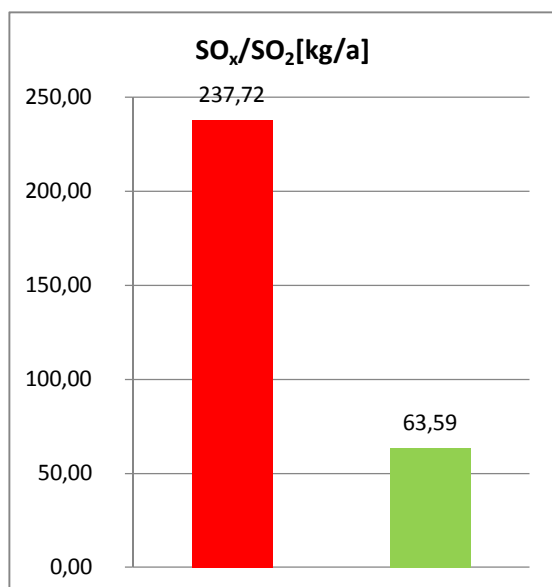


**Załącznik nr 7**

**Bezpośredni efekt ekologiczny.**

Emitowane zanieczyszczenie	Jedn.	Wielkość dotychczasowa	Wielkość planowana	Efekt ekologiczny	Zmniejszenie emisji, %
-	-	a	b	c=a-b	d=c/a*100
Pył zawieszony	kg/a	260,00	69,56	190,44	73,25
N <sub>ox</sub> /N <sub>O2</sub>	kg/a	49,52	13,25	36,27	73,24
CO	kg/a	1 733,34	463,70	1 269,64	73,25
CO <sub>2</sub>	kg/a	45 809,71	12 254,98	33 554,73	73,25
<b>SO<sub>x</sub>/SO<sub>2</sub></b>	<b>kg/a</b>	<b>237,72</b>	<b>63,59</b>	<b>174,13</b>	<b>73,25</b>
<b>b-a-p</b>	<b>kg/a</b>	<b>0,35</b>	<b>0,09</b>	<b>0,26</b>	<b>74,29</b>

Bezpośredni efekt ekologiczny dla stanu istniejącego i projektowanego - poszczególne zanieczyszczenia:



**Załącznik nr 8**

**Oświetlenie wbudowane**

Obliczenie zapotrzebowania na energię do oświetlenia w stanie:		istniejącym	projektowa nym	
1	Suma mocy opraw oświetleniowych $P_n =$	3 340,00	1 592,00	W
2	Czas użytkowania oświetlenia _____	$t_D =$ 2 250,00	2 250,00	h
		$t_N =$ 250	250	h
3	Współczynnik wpływu światła dziennego $F_D =$	1	1	
4	Współczynnik wpływu nieobecności pracowników $F_O =$	1	1	
5	Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia $F_C =$	1	1	
6	Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia $W_{L,i} = P_n \cdot F_C / 1000 \cdot [(F_O \cdot F_D \cdot t_D) + (F_O \cdot t_N)]$	8 350,00	3 980,00	kWh/rok
		30,06	14,33	GJ/rok
7	Cena jednostkowa energii elektrycznej	0,55	0,55	zł/kWh
8	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	4 592,50	2 189,00	zł/rok
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta_{oru}$	2 403,50		zł/rok
10	Koszt realizacji usprawnienia $N_u$	29 966,16		zł
11	SPBT= $N_u / \Delta_{oru}$	12,47		lata