

## **AUDYT ENERGETYCZNY**

**Temat: TERMOMODERNIZACJA DACHU AULI W ZESPOLESZKÓŁ  
PONADGIMNAZJALNYCH NR 1 W BEŁCHATOWIE**

**Adres budowy: Ul Czaplinska 96, dz. nr 2/54, obręb 08, miasto Bełchatów**

**Inwestor: POWIAT BEŁCHATOWSKI REPREZENTOWANY PRZEZ  
ZARZĄD POWIATU W BEŁCHATOWIE  
Ul. Pabianicka 17/19, 97-400 Bełchatów**

**Grudzień 2020 r.**



**1. Strona tytułowa audytu energetycznego**

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1985
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	POWIAT BEŁCHATOWSKI REPREZENTOWANY PRZEZ ZARZĄD POWIATU W BEŁCHATOWIE	1.4 Adres budynku	
	ul. Pabianicka 17/19 97-400 Bełchatów  PESEL:	ul. Czaplinska 96 97-400 Bełchatów ŁÓDZKIE	
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</b>			
<b>Biuro Projektowo-Uslugowe "eko-plan" mgr inż. Krzysztof Łudczak</b> oś. Dolnośląskie 229/9 97-400 Bełchatów			
<b>3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</b>			
Krzysztof Łudczak		mgr inż. Krzysztof Łudczak	
uprawnienia budowlane bez ograniczeń w zakresie sieci, instalacji i urządzeń ciepłych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych nr LOD/2860/PWB/16, audytor energetyczny członek ZAE nr 1662		<small>Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń ciepłych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych nr uprawnień LOD/2860/PWB/16</small>  <b>podpis</b>	
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
<b>5. Miejscowość:</b> Bełchatów		<b>Data wykonania opracowania</b>	grudzień 2020
<b>6. Spis treści</b>			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego			
2. Karta audytu energetycznego budynku			
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji			
9. Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku			

**2. Karta audytu energetycznego budynku\***

<b>2.1. Dane ogólne</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	ramowa	ramowa
2.1.2.	Liczba kondygnacji	1	1
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	3560,90	3560,90
2.1.4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00
2.1.5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00
2.1.6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	...	...
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	100,00	100,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,33	0,33
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	...	...
<b>2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m<sup>2</sup>·K)</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	0,23	0,23
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,28	0,15
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	---	---
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	0,00	0,00
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	---	---
2.2.7.	Stropy wewnętrzne	1,00	1,00
2.2.8.	Ściany wewnętrzne	1,00	1,00
2.2.9.	Drzwi wewnętrzne	1,10	1,10
<b>2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,990	0,990
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,800	0,800
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,770
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	1,000
<b>2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,990	0,990
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,500	0,500
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000

2.4.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
<b>2.5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja z odzyskiem	Wentylacja z odzyskiem
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	kanały wentylacyjne Vex/Vsup	kanały wentylacyjne Vex/Vsup
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	7121,80/7121,80	7121,80/7121,80
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	2,00	2,00
<b>2.6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	64,26	60,54
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie cwu [kW]	3,73	3,73
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	32,22	11,81
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	52,84	19,37
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	43,57	43,57
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	12,57	4,61
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	20,61	7,56
2.6.10*	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
<b>2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	20,82	20,82
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW·m-c)]	2034,63	2034,63
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej *** [zł/m <sup>3</sup> ]	16,82	16,82
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW·m-c)]	2034,63	2034,63
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej	0,31	0,22

	[zł/(m <sup>2</sup> ·m·c)]		
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m·c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00

### 2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowana kwota kredytu [zł]	...	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	34,71
Planowane koszty całkowite [zł]	...	Premia termomodernizacyjna [zł]	0,00
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	787,29		

### 2.9. Inne

Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku zostanie zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej ... kW.

Z audytu energetycznego wynika, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy.

\* Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

\*\* Uoze [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

\*\*\* Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

\*\*\*\* Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

## 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

### 3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa z dnia 13 lutego 2020 r. o zmianie ustawy - Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw.
2. Ustawa z dnia 23 stycznia 2020 r. o zmianie ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów.
3. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 kwietnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 24 sierpnia 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów.
5. Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 6 września 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
6. Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
7. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 stycznia 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o efektywności energetycznej.
8. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

### 3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej.

## Wymagania.

4. PN-82/B-02402 - Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

**3.3. Materiały przekazane przez inwestora**

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

**3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe**

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMOCAD PRO 7.5

**3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora**

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

20000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

150000 zł

**4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku****4.1. Ogólne dane techniczne**

Konstrukcja/technologia budynku	-	ramowa
Kubatura budynku	-	3560,90 m <sup>3</sup>
Kubatura ogrzewania	-	3560,90 m <sup>3</sup>
Powierzchnia netto budynku	-	0,00 m <sup>2</sup>
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m <sup>2</sup>
Współczynnik kształtu	-	0,33 m <sup>-1</sup>
Powierzchnia zabudowy budynku	-	0,00 m <sup>2</sup>
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	100,00

**4.2. Dokumentacja techniczna budynku**

Dokumentacja techniczna budynku znajduje się w załączniku stanowiącym integralną część audytu energetycznego.

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



#### 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

##### 4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	0,23	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Dach/stropodach	0,28	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Strop piwnicy	---	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Okna	0,00	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Drzwi/bramy	---	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Okna połaciowe	---	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Stropy wewnętrzne	1,00	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Ściany wewnętrzne	1,00	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Drzwi wewnętrzne	1,10	W/(m <sup>2</sup> ·K)

#### 4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	20,82 zł/GJ	20,82 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	2034,63 zł/(MW·m-c)	2034,63 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	20,82 zł/GJ	20,82 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	2034,63 zł/(MW·m-c)	2034,63 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

Obliczenia opłaty za 1 GJ energii na ogrzewanie w przypadku ogrzewania indywidualnego - Nowe źródło ogrzewania

Rodzaj paliwa	Cena jednostki paliwa	% udział źródła	Wartość opałowa	Cena za GJ	średnia ważona opłata za GJ
Ciepło z kogeneracji – Węgiel kamienny	0,07zł	100%	0,004 GJ/kWh	20,56zł	20,56
S		100%			

#### 4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

**Nowe źródło ogrzewania 100%**



Wytwarzanie	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100kW Ciepło z kogeneracji - węgiel kamienny	$h_{H,g} = 0,990$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$h_{H,d} = 0,800$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$h_{H,e} = 0,770$
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika buforowego	$h_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $h_{H,tot} = h_{H,g}h_{H,d}h_{H,e}h_{H,s} =$		0,610
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)	--- MW	

#### 4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

##### Nowe źródło ciepłej wody 100%

Wytwarzanie ciepła	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100 kW	$h_{W,g} = 0,990$
Przesył ciepłej wody	Liczba punktów poboru ciepłej wody powyżej 30 do 100	$h_{W,d} = 0,500$
Regulacja i wykorzystanie	---	$h_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	...	$h_{W,s} = 1,000$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $h_{W,tot} = h_{W,g} h_{W,d} h_{W,s} h_{W,e} =$		0,495
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)	--- MW	

#### 4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Rodzaj wentylacji	Wentylacja z odzyskiem	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	kanały wentylacyjne Vex/Vsup	
Strumień powietrza wentylacyjnego	7121,80/7121,80	
Krotność wymian powietrza	2,00	

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

### 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Ściana zewnętrzna	Nie dotyczy
Strop wewnętrzny	Nie dotyczy

Ściana wewnętrzna	...
Dach	Przegroda o niewystarczającej izolacyjności należy wykonać nową warstwę docieplenia.
Okno zewnętrzne OZ 1	Nie dotyczy
Wentylacja 'Wentylacja z odzyskiem'	Nie dotyczy
System grzewczy	Nie dotyczy
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Nie dotyczy

## 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

### 6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Dach		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 160, <math>\lambda= 0,038</math> [W/(m·K)];</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>712,18m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>712,18m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3731,20</b> dzień·K/rok	$t_{wo}= 20,00$ °C	$t_{zo}= -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		Wariant 1	Wariant 1.1
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	20,82	20,82
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m·c)	2034,63	2034,63
Inne koszty, abonament Ab	zł/m·c	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	0,278	0,148
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	3,59	6,75
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	3,16
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	63,92	34,02
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0079	0,0042
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	713,28
Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$	zł/m <sup>2</sup>	---	100,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	87598,14
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	122,81

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1**

**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 87598,14 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 122,81 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

...

**6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji****6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej****6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej**

		Stan istniejący
Ciepło właściwe wody $c_w$	[kJ/(kg·K)]	4,18
Gęstość wody $\rho_w$	[kg/m <sup>3</sup> ]	1000
Temperatura ciepłej wody $\theta_w$	[°C]	55
Temperatura zimnej wody $\theta_o$	[°C]	10
Współczynnik korekcyjny $k_R$	[-]	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r$	[m <sup>2</sup> ]	712,18
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. $V_{WI}$	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·doba)]	0,80
Czas użytkowania $\tau$	[h]	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności $N_h$	[-]	3,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,99
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	0,50
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	1,00
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła $Q_{cw}$	[GJ/rok]	43,57
Max moc cieplna $q_{cwu}$	[kW]	3,73

**6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej**

		Stan istniejący
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	20,82
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	2034,63
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową	[GJ]	32,22
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,0643
Sprawność systemu grzewczego		0,610
Roczna oszczędność kosztów DO	[zł/a]	---
Koszt modernizacji	[zł]	---
SPBT	[lat]	---

Informacje uzupełniające:

...

**7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego**

**wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

**7.1. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowanie według rosnącej wartości SPBT**

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja przegrody Dach	87598,14 zł	122,81
2.	Instalacja fotowoltaiczna	... zł	---
3.	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	4500,00 zł	---
Modernizacja systemu grzewczego		---	---

**7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach	87598,14
2	Instalacja fotowoltaiczna	...
3	Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna	4500,00
Całkowity koszt		-

**7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia**

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku [MW]	roczne zapotrzebowanie energii budynku [GJ]	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych °C	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych m <sup>2</sup>	kubatura pomieszczeń ogrzewanych m <sup>3</sup>	kubatura budynku m <sup>3</sup>	kubatura przestrzeni ogrzewanej m <sup>3</sup>	wskaźnik cieplny budynku W/m <sup>3</sup>	stosunek pow. przegrod zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej 1/m
0	0,0643	32,22	20,00	712,18	3560,90	3560,90	3560,90	24,41	0,33
1	0,0605	11,81	20,00	712,18	3560,90	3560,90	3560,90	...	0,33

**7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $Q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $Q_{0,1cwu}$	$h_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	DO	%DO
-	GJ MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%

0	32,22 0,0643	43,57 0,0037	0,61	1,00	1,00	96,40	3667,01	---	---
1	11,81 0,0605	43,57 0,0037	0,61	1,00	1,00	62,94	2879,71	787,29	21,47

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

Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Minimalna kwota kredytu <sup>*)</sup>	Premia termomodernizacyjna
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]
1.	...	787,29	34,71	...	0,00

\*) Minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy.

### 7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	...	zł
- planowana kwota środków własnych	---	20000,00	zł
- planowana kwota kredytu	---	...	zł
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	0,00	zł
- roczne oszczędności kosztów energii	---	787,29	zł tj. 21,47 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Filce, maty i płyty z wełny mineralnej 160

Uwagi:

...



**RAPORT EFEKTU EKOLOGICZNEGO AUDYT**

NAZWA OBIEKTU: ZSP NR 1 W BEŁCHATOWIE

ADRES: ul. Czaplinska, 96

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 97-400, Bełchatów

NAZWA INWESTORA: POWIAT BEŁCHATOWSKI REPREZENTOWANY  
PRZEZ ZARZĄD POWIATU W BEŁCHATOWIE

ADRES: ul. Pabianicka, 17/19

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 97-400, Bełchatów

NAZWA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ: Biuro Projektowo-Usługowe "eko-plan" mgr inż.  
Krzysztof Łudczak

ADRES: oś. Dolnośląskie, 229/9

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 97-400, Bełchatów

**PROJEKTANT**

Tytuł	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data, podpis
uprawnienia budowlane bez ograniczeń w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych nr LOD/2860/PWB/16, audytor energetyczny członek ZAE nr 1662	Krzysztof Łudczak	8854	15.12.2020

Bełchatów, 17.12.2020

Spis treści:

1. Cel opracowania
2. Dane budynku
3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych
4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji
5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody
6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii
7. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku
8. Bezpośredni efekt ekologiczny
9. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię



## 1. Cel opracowania

Celem opracowania jest pokazanie efektu ekologicznego wynikającego z zastosowanych usprawnień termomodernizacyjnych obliczonych w audycie energetycznym.

## 2. Dane budynku

Przeznaczenie budynku: Użyteczności publicznej

Strefa klimatyczna: III

Stacja meteorologiczna: Sulejów

Powierzchnia zabudowy  $A_z=0,00 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze  $A_r=712,18 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto  $A=712,18 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku  $V=3560,90 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 1

## 3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja przegrody Dach

## 4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

### 4.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$h_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel brunatny	0,61	1,00	kWh/kWh	14676,7	14676,7	kWh/rok

### 4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$h_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel brunatny	0,61	1,00	kWh/kWh	5381,5	5381,5	kWh/rok

## 5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

### 5.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$h_{w,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,w}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel brunatny	0,50	1,00	kWh/kWh	12101,9	12101,9	kWh/rok

### 5.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$h_{w,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,w}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
---------------	-------------	-------	-------	---------------------	------------------	-------

Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel brunatny	0,50	1,00	kWh/kWh	12101,9	12101,9	kWh/rok
---	------	------	---------	---------	---------	---------

## 6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii

Informacje uzupełniające...

### 6.1. Przed modernizacją

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel brunatny	kg/GJ	0,109000	0,079000	0,026000	0,070000	0,002000	0,000000	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel brunatny	kg/GJ	0,109000	0,079000	0,026000	0,070000	0,002000	0,000000	0,000000

### 6.2. Po modernizacji

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel brunatny	kg/GJ	0,109000	0,079000	0,026000	0,070000	0,002000	0,000000	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel brunatny	kg/GJ	0,109000	0,079000	0,026000	0,070000	0,002000	0,000000	0,000000

## 7. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

### 7.1. Przed modernizacją

System	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	5,7591	4,1740	1,3737	3,6985	0,1057	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	4,7488	3,4418	1,1327	3,0497	0,0871	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	10,5079	7,6158	2,5065	6,7482	0,1928	0,0000	0,0000

### 7.2. Po modernizacji

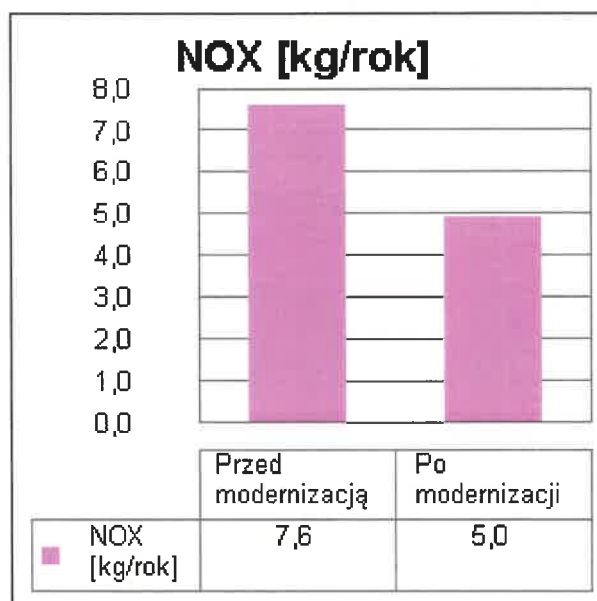
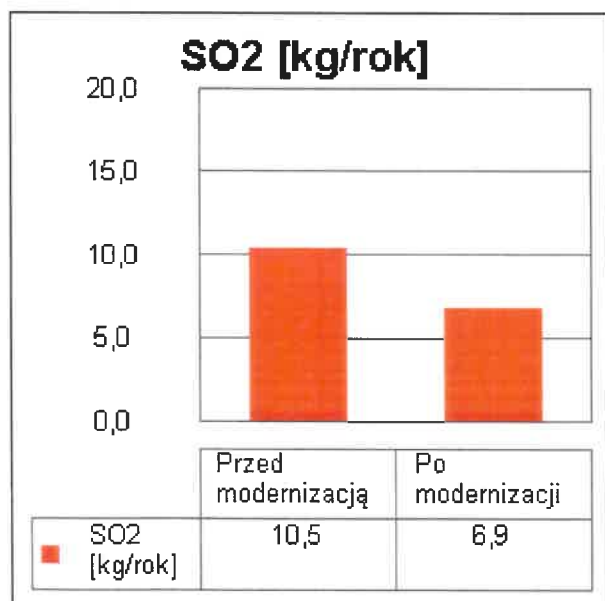
System	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	2,1117	1,5305	0,5037	1,3561	0,0387	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	4,7488	3,4418	1,1327	3,0497	0,0871	0,0000	0,0000
<b>Całkowita emisja w budynku</b>	<b>Jedn.</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>PYŁ</b>	<b>SADZA</b>	<b>B-a-P</b>
	kg/rok	6,8604	4,9722	1,6364	4,4058	0,1259	0,0000	0,0000

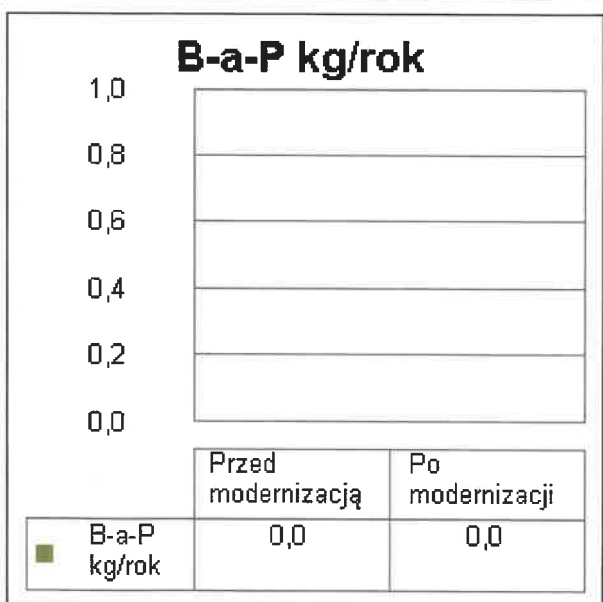
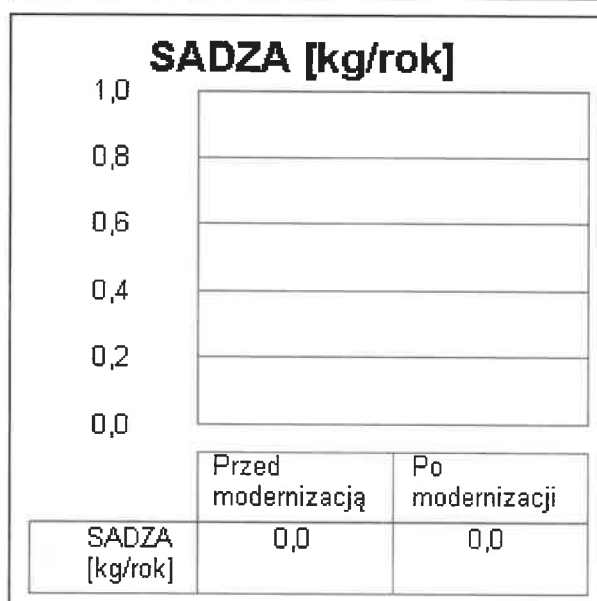
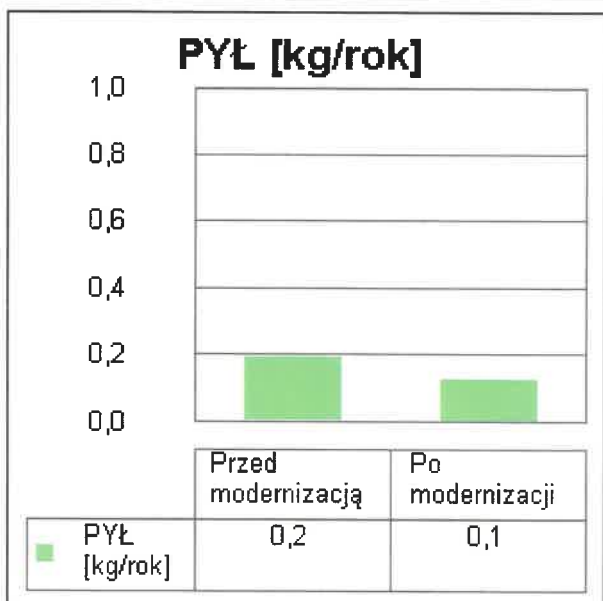
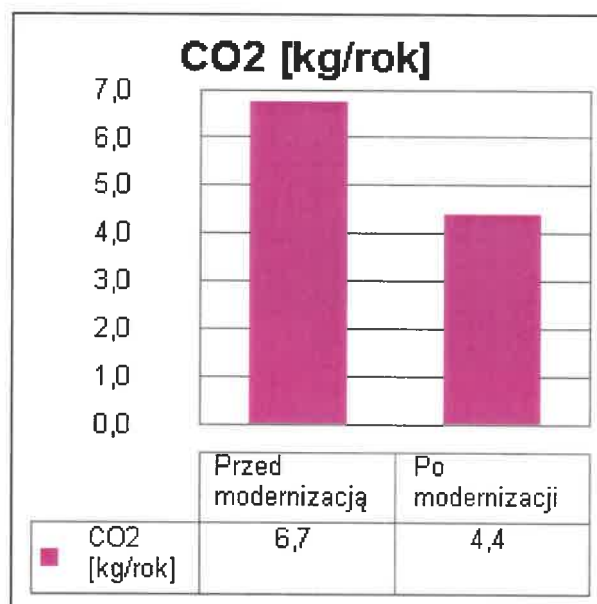
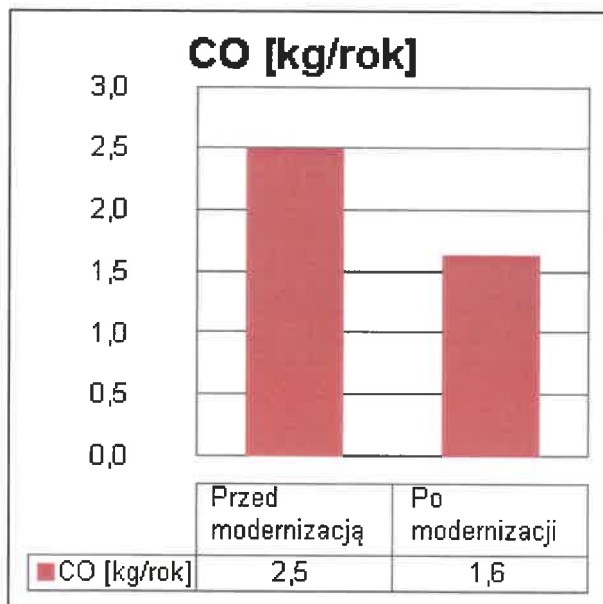
## 8. Bezpośredni efekt ekologiczny

### 8.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek projektowany [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny [kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO <sub>2</sub>	10,507853	6,860433	3,647420	34,71
NO <sub>x</sub>	7,615783	4,972241	2,643543	34,71
CO	2,506460	1,636434	0,870027	34,71
CO <sub>2</sub>	6,748162	4,405783	2,342380	34,71
PYŁ	0,192805	0,125880	0,066925	34,71
SADZA	0,000000	0,000000	0,000000	...
B-a-P	0,000000	0,000000	0,000000	...

### 8.2. Wykresy bezpośredniego efektu ekologicznego





## 9. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię

Wartości współczynnika toksyczności zanieczyszczeń obliczono w oparciu o Rozporządzenie Ministerstwa Środowiska z dnia 26.01.2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. nr 87/2010 poz.16).

$$K_{SO_2} = e_{SO_2}/e_t = 20/20 \text{ mg/m}^3 = 1,00$$

$$K_{NO_x} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{CO} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{CO_2} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{PYŁ} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{SADZA} = e_{SO_2}/e_t = 20/8 \text{ mg/m}^3 = 2,50$$

$$K_{B-a-P} = e_{SO_2}/e_t = 20/0,001 \text{ mg/m}^3 = 20000,00$$

### 9.1. Tabela emisji równoważnej

Emitowane zanieczyszczenia	Współczynnik toksyczności K	Emisja - Przed modernizacją [kg/rok]	Emisja - Po modernizacji [kg/rok]	Emisja równoważna - Przed modernizacją [kg/rok]	Emisja równoważna - Po modernizacji [kg/rok]
SO <sub>2</sub>	1,00	10,507853	6,860433	10,507853	6,860433
NO <sub>x</sub>	0,50	7,615783	4,972241	3,807892	2,486120
PYŁ	0,50	0,192805	0,125880	0,096402	0,062940
SADZA	2,50	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
B-a-P	20000,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
<b>Łączna emisja równoważna</b>				14,412147	9,409493

Efekt ekologiczny wyrażony emisją równoważną dla proponowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 5,002654 kg/rok, czyli 34,7%.

### 9.2. Wykres emisji równoważnej

