

## Audyt Energetyczny/Audyt Efektywności Energetycznej



Sp. z o.o.

NAZWA OBIEKTU: Budynek użyteczności publicznej

ADRES: ul. Kopernika 6

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 28-100 Busko-Zdrój

NAZWA INWESTORA: Powiat Buski

ADRES: ul. Mickiewicza 15

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 28-100 Busko-Zdrój

NAZWA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ: Res Lab Sp. z o.o.

ADRES: Ul. Sienkiewicza 29/16

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 25-007, Kielce

### AUDYTOR

Tytuł	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Podpis
	Marek Szymczyk	2717/2011	<i>Marek Szymczyk</i> Marek Szymczyk nr upr. 2717/2011
Kielce, październik 2020			

Za zgodność z oryginałem

Jnia 17-03-2021

Busko-Zdrój

POWIAT BUSKI  
siedziba władz Powiatu  
28-100 Busko-Zdrój  
ul. Mickiewicza 15

STAROSTA

JERZY KOLARZ

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Powiat Buski	1.4 Adres budynku	
	Al. Mickiewicza 15 28-100 Busko-Zdrój +48 41 370 50 00 +48 41 378 35 78 PESEL:	ul. Kopernika 6 28-100 Busko-Zdrój ŚWIĘTOKRZYSKIE	
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</b>			
<p style="text-align: center;"><b>Res Lab sp. z o.o.</b>          ul. Sienkiewicza 29/16          25-007 Kielce</p>			
<b>3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</b>			
Marek Szymczyk		Audytor energetyczny  Marek Szymczyk nr upraw. 2717/2011	
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
<b>5. Miejscowość:</b> Kielce		<b>Data wykonania opracowania</b>	sierpień 2020
<b>6. Spis treści</b>			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego			
2. Karta audytu energetycznego budynku			
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych			
A. Audyt Energetyczny			
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			
B. Audyt efektywności energetycznej			
9. Obliczenie efektu energetycznego dla zastosowania instalacji fotowoltaicznej w budynku			

## 2. Karta audytu energetycznego budynku\*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	4	4
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	1739,22	1739,22
2.1.4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	612,40	612,40
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 [%]	0,00	0,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	30,00	30,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	---	---
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,43	0,43
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	...	...
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m <sup>2</sup> ·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,41	0,16
2.2.2.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,63	0,63
2.2.3.	Okna, drzwi balkonowe	1,50	0,90
2.2.4.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,00	1,30
2.2.5.	Stropy zewnętrzne	0,46	0,11
2.2.6.	Ściany wewnętrzne	0,52	0,52
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,990	0,990
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,960	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,890	0,890
2.3.4.	Sprawność akumulacji	0,930	0,930
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,850	0,850
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,980	0,980
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,990	0,990
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,800	0,800
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja	Wentylacja

		grawitacyjna	grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h]	1739,22	1739,21
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
<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]	61,50	32,59
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie cwu [kW]	2,81	2,81
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	324,53	82,28
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	343,65	87,13
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	13,04	13,04
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/(m²rok)]	147,21	37,32
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	155,88	39,52
<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]	65,15	65,15
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW·m-c)]	0,00	0,00
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m³]	19,58	19,58
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW·m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m²·m-c)]	3,66	0,93
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
<b>2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Roczne zmniejszenie		71,92	Roczne zmniejszenie
			100,00

zapotrzebowania na energię [%]		zapotrzebowania na energię elektryczną [%]	
Planowane koszty całkowite [zł]	546093,55		
<b>2.9. Inne</b>			
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.

\*\* Uo<sub>ze</sub> [%] 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

### 3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną sieciową.

## A. Audyt energetyczny

### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

#### 4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	1739,22 m <sup>3</sup>
Kubatura ogrzewania	-	1739,22 m <sup>3</sup>
Powierzchnia netto budynku	-	612,40 m <sup>2</sup>

#### 4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Dokumentacja techniczna budynku znajduje się w załączniku do audytu energetycznego.

#### 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

##### 4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,41	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Okna	1,50	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Drzwi/bramy	2,00	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Stropy zewnętrzne	0,46	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Podłogi na gruncie	0,63	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Ściany wewnętrzne	0,52	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	65,15 zł/GJ	65,15 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 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	65,15 zł/GJ	65,15 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

#### 4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Źródło ogrzewania 100%		
Wytwarzanie	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100kW Ciepło z ciepłowni węgiel kamienny	$h_{H,g} = 0,990$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	$h_{H,d} = 0,960$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-1K	$h_{H,e} = 0,890$
Akumulacja ciepła	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55 °C wewnątrz osłony termicznej budynku	$h_{H,s} = 0,930$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 5 dni	$w_t = 0,850$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 4 godziny	$w_d = 0,980$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $h_{H,tot} = h_{H,g}h_{H,d}h_{H,e}h_{H,s} =$		0,787
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: <b>25%</b>
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
<b>4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej</b>		
Źródło ciepłej wody użytkowej 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 do 30	$h_{W,d} = 0,800$
Regulacja i wykorzystanie	---	$h_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	...	$h_{W,s} = 1,000$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $h_{W,tot} = h_{W,g} h_{W,d} h_{W,s} h_{W,e} =$		0,792
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW
<b>4.7. Charakterystyka systemu wentylacji</b>		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza wentylacyjnego	1739,22	
Krotność wymian powietrza	1,00	

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	Zaleca się modernizację przegrody
Strop zewnętrzny	Zaleca się modernizację przegrody
Podłoga na gruncie	Nie rozważa się modernizacji
Ściana wewnętrzna	Nie rozważa się modernizacji
Okno zewnętrzne OZ 1	Zaleca się modernizację przegrody
Drzwi zewnętrzne DZ 1	Zaleca się modernizację przegrody
System grzewczy	Stan techniczny źródła ciepła i instalacji dobry, nie rozważa się modernizacji.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Stan techniczny źródła ciepła i instalacji dobry, nie rozważa się modernizacji.

## 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 Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036 [W/(m \cdot K)]$ ;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	458,02 m <sup>2</sup>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	522,01 m <sup>2</sup>	
Stopniodni: 3834,50 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$

		Stan istniejący	Wariant numer						
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	Wariant 1.4	Wariant 1.5	Wariant 1.6
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	65,15	65,15	65,15	65,15	65,15	65,15	65,15	65,15
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	16	17	18	19	20	21	22
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	1,411	0,194	0,184	0,175	0,167	0,160	0,153	0,147
Opór cieplny R	(m²K)/W	0,71	5,15	5,43	5,71	5,99	6,26	6,54	6,82
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	4,44	4,72	5,00	5,28	5,56	5,83	6,11
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	214,17	29,45	27,94	26,58	25,35	24,22	23,20	22,25
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0259	0,0036	0,0034	0,0032	0,0031	0,0029	0,0028	0,0027
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	12034,79	12132,92	12221,50	12301,86	12375,09	12442,10	12503,66
Cena jednostkowa usprawnienia K <sub>i</sub>	zł/m²	---	311,74	313,24	314,74	316,24	317,74	319,74	321,74
Koszty realizacji usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	---	200159,62	201122,73	202085,84	203048,94	204010,49	205296,20	206580,34
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	16,63	16,58	16,54	16,51	16,49	16,50	16,52

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.4



**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 204010,49 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 16,49 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

**Informacje uzupełniające:**

Wybrano wariant o najniższym SPBT. W koszcie uwzględniono komplet robót koniecznych do wykonania docieplenia elewacji.

## 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

### Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

#### Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 200-036 DACH, <math>\lambda = 0,036 [W/(m \cdot K)]</math>;</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>202,24 m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>202,24 m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3834,50</b> dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3
Opłata za 1 GJ Oz      zł/GJ	65,15	65,15	65,15	65,15	65,15
Opłata za 1 MW Om      zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab      zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b      cm	---	17	21	25	29
Współczynnik przenikania ciepła U      W/(m <sup>2</sup> K)	0,458	0,145	0,125	0,110	0,098
Opór cieplny R      (m <sup>2</sup> K)/W	2,18	6,91	8,02	9,13	10,24
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$ (m <sup>2</sup> K)/W	---	4,72	5,83	6,94	8,06
Straty ciepła na przenikanie Q      GJ	30,67	9,70	8,36	7,34	6,54
Zapotrzebowanie na moc cieplną q      MW	0,0037	0,0012	0,0010	0,0009	0,0008
Roczna oszczędność kosztów D O      zł/rok	---	1365,98	1453,56	1519,82	1571,70
Cena jednostkowa usprawnienia $K_i$ zł/m <sup>2</sup>	---	255,15	266,15	276,15	286,15
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$ zł	---	63469,89	66206,20	68694,43	71181,30
Prosty czas zwrotu SPBT      lata	---	46,46	45,55	45,20	45,29

#### Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 68694,43 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 45,20 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 25 cm

**Informacje uzupełniające:**

Wybrano wariant o najkorzystniejszym SPBT. W koszcie ujęto komplet robót koniecznych do wykonania docieplenia dachu oraz obróbki blacharskie i/lub bitumiczne a także instalację odgromową

### 6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

### Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji

#### Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **1691,44 m<sup>3</sup>/h**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **127,46m<sup>2</sup>**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **127,46m<sup>2</sup>**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **127,46m<sup>2</sup>**

Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie  $c_r = 1,0$ ,  $c_w = 1,00$

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna ( $a > 4$ )

Stopniodni: **3834,50** dzień·K/rok  $q_i = 20,00$  °C  $q_e = -20,00$  °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	W2
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	65,15	65,15
Oplata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik $c_m$		1,35	1,00
Współczynnik $c_r$		1,20	0,85
Współczynnik $a$		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,500	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	225,77	153,06
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0387	0,0276
Roczna oszczędność kosztów DO	zł/rok	---	4737,16
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	---	948,96
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	148773,76
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	31,41

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1**

#### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 148773,76 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 31,41 lat

**Stolarka bardzo szczelna ( $a < 0,3$ )**

#### Modernizacja systemu wentylacji

**U= 0,90**

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant o najkorzystniejszym SPBT

### Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji

#### Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **47,77 m<sup>3</sup>/h**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **3,60m<sup>2</sup>**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **3,60m<sup>2</sup>**  
 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **3,60m<sup>2</sup>**  
 Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie  $c_r = 1,0$ ,  $c_w = 1,00$   
 Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna ( $a > 4$ )  
 Stopniodni: **3834,50** dzień·K/rok      $q_i = 20,00$  °C      $q_e = -20,00$  °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	W2
Opłata za 1 GJ                      zł/GJ	65,15	65,15	65,15
Opłata za 1 MW                      zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament              zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik $c_m$	1,35	1,00	1,00
Współczynnik $c_r$	1,20	1,00	1,00
Współczynnik $a$	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U      W/(m <sup>2</sup> K)	2,000	1,300	1,200
Straty ciepła na przenikanie Q              GJ	6,97	5,37	5,25
Zapotrzebowanie na moc ciepłą q              MW	0,0012	0,0008	0,0008
Roczna oszczędność kosztów DO              zł/rok	---	104,22	111,98
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi              zł/m <sup>2</sup>	---	1267,47	2100,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok              zł	---	5612,36	9298,80
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw              zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT              lata	---	53,85	83,04

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1**

**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 5612,36 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 53,85 lat

**Stolarka szczelna ( $0,5 < a < 1$ )**

**Modernizacja systemu wentylacji**

**U= 1,30**

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant o najkorzystniejszym SPBT

### 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 $k_R$	[-]	0,70
Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	612,40
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. $V_{WU}$	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·doba)]	0,35
Czas użytkowania $\tau$	[h]	10,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności $N_h$	[-]	2,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	[-]	0,99
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	[-]	0,80
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	[-]	1,00
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła $Q_{cw}$	[GJ/rok]	13,04
Max moc cieplna $q_{cwu}$	[kW]	2,81

#### 6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

	Stan istniejący
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ] 65,15
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW] 0,00
Inne koszty, abonament	[zł] 0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową	[GJ] 324,53
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW] 0,0615
Sprawność systemu grzewczego	0,787
Roczna oszczędność kosztów DO	[zł/a] ---
Koszt modernizacji	[zł] ---
SPBT	[lat] ---

### 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 Ściana zewnętrzna	204010,49 zł	16,49
2.	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	148773,76 zł	31,41
3.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	68694,43 zł	45,20
4.	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	5612,36 zł	53,85
	Modernizacja systemu grzewczego	---	---

#### 7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1
-----------

	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	204010,49
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	148773,76
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	68694,43
4	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	5612,36
Całkowity koszt		427091,05

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	204010,49
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	148773,76
3	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	68694,43
Całkowity koszt		421478,69

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	204010,49
2	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	148773,76
Całkowity koszt		352784,26

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	204010,49
Całkowity koszt		204010,49

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

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik cieplny budynku	stosunek pow. przegrod zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej
	[MW]	[GJ]	°C	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	W/m <sup>3</sup>	1/m
0	0,0615	324,53	20,00	612,40	1739,22	1739,22	1739,22	39,94	0,43
1	0,0326	82,28	20,00	612,40	1739,22	1739,22	1739,22	25,12	0,43
2	0,0327	83,03	20,00	612,40	1739,22	1739,22	1739,22	25,12	0,43
3	0,0355	104,28	20,00	612,40	1739,22	1739,22	1739,22	26,74	0,43



4	0,0386	128,23	20,00	612,40	1739,22	1739,22	1739,22	26,75	0,43
---	--------	--------	-------	--------	---------	---------	---------	-------	------

#### 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	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
-	MW	MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	324,53 0,0615	13,04 0,0028	0,79	0,85	0,98	356,69	23238,51	---	---
1	82,28 0,0326	13,04 0,0028	0,79	0,85	0,98	100,17	6526,12	16712,39	71,92
2	83,03 0,0327	13,04 0,0028	0,79	0,85	0,98	100,96	6577,45	16661,06	71,70
3	104,28 0,0355	13,04 0,0028	0,79	0,85	0,98	123,46	8043,58	15194,93	65,39
4	128,23 0,0386	13,04 0,0028	0,79	0,85	0,98	148,83	9696,02	13542,49	58,28

#### 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.	427091,05	16712,39	71,92	213545,52	0,00
2.	421478,69	16661,06	71,70	210739,34	0,00
3.	352784,26	15194,93	65,39	176392,13	0,00
4.	204010,49	13542,49	58,28	102005,25	0,00

<sup>\*)</sup> 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 --- 427091,05 zł  
- roczne oszczędności kosztów energii --- 16712,39 zł tj. 71,92 %

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

<p><b>P1</b></p> <p>Usprawnienie: <b>Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna</b></p> <p>Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm</p> <p>Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA</p> <p>Uwagi:</p> <p>Wybrano wariant o najniższym SPBT. W koszcie uwzględniono komplet robót koniecznych do wykonania docieplenia elewacji.</p>
---

<p><b>P2</b></p> <p>Usprawnienie: <b>Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny</b></p> <p>Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 25 cm</p> <p>Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 200-036 DACH</p> <p>Uwagi:</p> <p>Wybrano wariant o najkorzystniejszym SPBT. W koszcie ujęto komplet robót koniecznych do wykonania docieplenia dachu oraz obróbki blacharskie i/lub bitumiczne a także instalację odgromową</p>
---

<p><b>O1</b></p> <p>Usprawnienie: <b>Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'</b></p> <p>Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 0,900 W/(m<sup>2</sup>·K)</p> <p>Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ( <math>a &lt; 0,3</math> )</p> <p>Uwagi:</p> <p>Wybrano wariant o najkorzystniejszym SPBT</p>
---

<p><b>O2</b></p> <p>Usprawnienie: <b>Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'</b></p> <p>Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m<sup>2</sup>·K)</p> <p>Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna ( <math>0,5 &lt; a &lt; 1</math> )</p> <p>Uwagi:</p> <p>Wybrano wariant o najkorzystniejszym SPBT</p>
---

## B. Audyt efektywności energetycznej

### 9. Obliczenie efektu energetycznego dla zastosowania instalacji fotowoltaicznej.

#### 9.1. Obliczenie ilości wyprodukowanej energii przez instalację

Założono że w budynku zostaną zainstalowane panele fotowoltaiczne o mocy 21,5W. W tabeli wyliczono ilość energii uzyskanej w ujęciu miesięcznym i rocznym.

<b>MOC</b>	<b>21,5 [kW]</b>
------------	------------------

Fixed system: nachylenie=35°, orientacja=0°							
Miesiąc	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$	Uzysk energii w Wat	Uzysk energii w MWh	Uzysk w kWh
Styczeń	18,92	584,8	1,02	31,6	584 800	0,5848	585
Luty	29,455	821,3	1,63	45,5	821 300	0,8213	821

Marzec	59,985	1857,6	3,41	106	1 857 600	1,8576	1 858
Kwiecień	82,99	2494	4,95	149	2 494 000	2,494	2 494
Maj	87,935	2730,5	5,47	169	2 730 500	2,7305	2 731
Czerwiec	88,15	2644,5	5,54	166	2 644 500	2,6445	2 645
Lipiec	82,13	2537	5,22	162	2 537 000	2,537	2 537
Sierpień	80,41	2494	5,03	156	2 494 000	2,494	2 494
Wrzesień	64,07	1919,95	3,86	116	1 919 950	1,91995	1 920
Październik	41,28	1277,1	2,41	74,6	1 277 100	1,2771	1 277
Listopad	20,21	608,45	1,13	34	608 450	0,60845	608
Grudzień	15,265	475,15	0,84	26	475 150	0,47515	475
<b>Razem na rok</b>		<b>20446,5</b>		<b>1240</b>	20 444 350	20,4444	20 444
<b>Średnia roczna</b>	<b>56,115</b>	<b>1704,95</b>	<b>3,39</b>	<b>103</b>	1 703 696	1,7037	

$E_d$ : Średnia dzienna produkcja energii z danego systemu (kWh)

$E_m$ : Średnia miesięczna produkcja energii z danego systemu (kWh)

$H_d$ : Średnia dzienna suma nasłonecznienia docierająca do modułu z danego systemu (kWh/m<sup>2</sup>)

$H_m$ : Średnia miesięczna suma nasłonecznienia docierająca do modułu z danego systemu (kWh/m<sup>2</sup>)

Instalacja o mocy 21,5kW wyprodukuje ok. 20 444,00 kWh energii elektrycznej na rok. Szacuje się że 100,0% energii wykorzystywanej w obiekcie będzie pokryte z fotowoltaiki. W obliczeniach uwzględniono średnie miesięczne zużycie energii elektrycznej obecnie oraz bilansowanie półroczne produkcji energii elektrycznej (przesyłanie nadprodukcji do sieci i pobieranie energii przy zbyt małej produkcji). W poniższej tabeli przedstawiono obliczenia efektywności energetycznej przedsięwzięcia.

Miesiąc	Zużycie energii w kWh	Uzysk energii kWh	Suma zużycia 6 m-c kWh	Suma uzysku z uwzględnieniem przesyłu nadwyżki do sieci 6m-c kWh
Styczeń	2000,00	584,80	10 400	10 467
Luty	2000,00	821,30		
Marzec	1700,00	1 857,60		
Kwiecień	1700,00	2 494,00		
Maj	1500,00	2 730,50		
Czerwiec	1500,00	2 644,50	7 600	8 781
Lipiec	1500,00	2 537,00		
Sierpień	1500,00	2 494,00		

Wrzesień	1300,00	1 919,95		
Październik	1300,00	1 277,10		
Listopad	1000,00	608,45		
Grudzień	1000,00	475,15		
<b>Razem na rok</b>	<b>18 000,00</b>		<b>18 000</b>	<b>19 249</b>
<b>Efektywność energetyczna całkowita</b>			<b>18 000</b>	<b>100,00%</b>
<b>Wskaźnik wykorzystania odnawialnych źródeł energii</b>				<b>100,00%</b>

Wskaźnik wykorzystania energii odnawialnej w stosunku do zapotrzebowania na energię elektryczną po realizacji projektu wynosi 100,00%

### 9.3. Koszt instalacji oraz obliczenie prostego okresu zwrotu inwestycji

W koszcie instalacji fotowoltaicznej uwzględniono koszt opomiarowania instalacji.

Koszt wykonania instalacji o mocy 21,5kW to 96 750,00zł netto (119 002,50 zł brutto)

Prosty okres zwrotu inwestycji

$$SPBT = Ki/Ro$$

Gdzie:

Ki – koszt inwestycji [zł]

Ro – roczne oszczędności [zł]

$$Ro = 18\,000,00 \text{ kWh} \times 0,88 \text{ zł/kWh} = 15\,840,00\text{zł}$$

$$SPBT = 119\,002,50 / 15\,840,00 = 7,51\text{lat}$$

Okres zwrotu nakładów wynosi 7,51lat nie uwzględniając dofinansowania. W przypadku dofinansowania będzie krótszy o ok. 6lat.

## RAPORT EFEKTU EKOLOGICZNEGO



NAZWA OBIEKTU: Budynek Starostwa Powiatowego

ADRES: ul. Kopernika, 6

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 28-100, Busko-Zdrój

NAZWA INWESTORA: Powiat Buski

ADRES: Al. Mickiewicza, 15

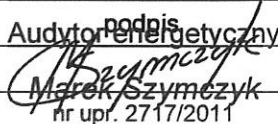
KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 28-100, Busko-Zdrój

NAZWA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ: Res Lab sp. z o.o.

ADRES: ul. Sienkiewicza, 29/16

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 25-007, Kielce

### AUDYTOR

Tytuł	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Audytor podpis
	Marek Szymczyk	2717/2011	 Marek Szymczyk Nr upr. 2717/2011
Kielce, 20.08.2020			



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. Analiza efektu ekologicznego uzyskanego w wyniku montażu instalacji fotowoltaicznej

## 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: Kielce - Suków

Powierzchnia zabudowy  $A_z=200,78 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze  $A_r=612,40 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto  $A=612,40 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku  $V=1739,22 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 4

## 3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny

Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'

## 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 ciepłowni – Węgiel kamienny	0,79	1,00	kWh/kWh	114598,4	114598,4	kWh/rok

### 4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$h_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Węgiel kamienny	0,79	1,00	kWh/kWh	29056,3	29056,3	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 ciepłowni – Węgiel kamienny	0,79	1,00	kWh/kWh	3621,5	3621,5	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 ciepłowni – Węgiel kamienny	0,79	1,00	kWh/kWh	3621,5	3621,5	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 ciepłowni - Węgiel kamienny	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	93,63000 0	0,000000	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 ciepłowni - Węgiel kamienny	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	93,63000 0	0,000000	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 ciepłowni - Węgiel kamienny	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	93,63000 0	0,000000	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 ciepłowni - Węgiel kamienny	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	93,63000 0	0,000000	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	0,0000	0,0000	0,0000	32175,94 95	0,0000	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	1220,935 2	0,0000	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w								
	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P

<b>budynku</b>	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	33396,88 47	0,0000	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	0,0000	0,0000	0,0000	8157,981 9	0,0000	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	1220,935 2	0,0000	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	0,0000	0,0000	0,0000	9378,917 1	0,0000	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>	0,000000	0,000000	0,000000	...
NO <sub>x</sub>	0,000000	0,000000	0,000000	...
CO	0,000000	0,000000	0,000000	...
CO <sub>2</sub>	33396,8847	9378,9171	24017,9676	71,92
PYŁ	0,000000	0,000000	0,000000	...
SADZA	0,000000	0,000000	0,000000	...
B-a-P	0,000000	0,000000	0,000000	...

## 9. Analiza efektu ekologicznego uzyskanego w wyniku montażu instalacji fotowoltaicznej

### 9.1. Obliczenie efektu ekologicznego po zainstalowaniu paneli fotowoltaicznych

Zużycie energii elektrycznej w budynku:	18 000,00 kWh/rok
Ilość wykorzystanej energii z fotowoltaiki	18 000,00 kWh/rok
Ilość energii wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną	20 444,00 kWh/rok

Zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> obliczono dla ilości energii wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną gdyż niezależnie czy energia zostanie zużyta w przedmiotowym budynku czy poza nim, jak to będzie z częścią energii zatrzymanej przez zakład energetyczny, to cała wyprodukowana energia przez zainstalowaną w budynku fotowoltaikę zmniejszy emisję CO<sub>2</sub>.

Zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery w ilości 15,64T/rok  
 $(20\,444,00\text{ kWh}) \cdot 0,765\text{ kg/kWh} = 15\,639,93\text{ kg/rok}$

Procentowe zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery 100%

### 9.2. Obliczenie poziomu redukcji pyłów PM10 i PM2,5

Obliczenie emisji pyłów PM10 przed realizacją:

Dla kotłów na węgiel kamienny przyjmuje się wskaźnik emisji na poziomie 76g/GJ

Zapotrzebowanie na ciepło przed realizacją projektu - 356,69 GJ/rok

$$356,69 \times 76 = 27\,108,44 \text{ g} = 27,11 \text{ kg}$$

Obliczenie emisji pyłów PM10 po realizacji:

Dla kotłów na węgiel kamienny przyjmuje się wskaźnik emisji na poziomie 76g/GJ

Zapotrzebowanie na ciepło przed realizacją projektu - 100,17 GJ/rok

$$100,17 \times 76 = 7\,612,92 \text{ g} = 7,61 \text{ kg}$$

Redukcja emisji PM10 wyrażona w kg będzie równa w obydwu przypadkach 19,5kg, a w procentach będzie równa 71,92%.

Obliczenie emisji pyłów PM2,5 przed realizacją:

Dla kotłów na węgiel kamienny przyjmuje się wskaźnik emisji na poziomie 72g/GJ

Zapotrzebowanie na ciepło przed realizacją projektu - 356,69 GJ/rok

$$356,69 \times 72 = 25\,681,68 \text{ g} = 25,68 \text{ kg}$$

Obliczenie emisji pyłów PM2,5 po realizacji:

Dla kotłów na węgiel kamienny przyjmuje się wskaźnik emisji na poziomie 72g/GJ

Zapotrzebowanie na ciepło przed realizacją projektu - 100,17 GJ/rok

$$100,17 \times 72 = 7\,212,24 \text{ g} = 7,21 \text{ kg}$$

Redukcja emisji PM10 i PM2,5 wyrażona w kg będzie równa w obydwu przypadkach 18,47kg, a w procentach będzie równa 71,92%.

#### 10. Sumaryczny efekt ekologiczny

Do obliczenia sumarycznego efektu ekologicznego należy wykazać zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> w przypadku wymiany obecnego źródła ciepła na nowe bez uwzględnienia energii słonecznej.

Ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> w wyniku termomodernizacji - 24 017,97 kg/rok

Ograniczenie emisji w wyniku montażu paneli fotowoltaicznych - 15 639,93 kg/rok

Sumaryczne ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> 39,66T/rok

$$24\,017,97 + 15\,639,93 = 39\,657,90 \text{ kg/rok}$$



