

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1990
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Stąporków	1.4 Adres budynku	
	ul. Piłsudskiego 132A 26-220 Stąporków PESEL:	ul. 1 Maja 18 26-220 Stąporków ŚWIĘTOKRZYSKIE	
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</b>			
Res Lab sp. z o.o. ul. Sienkiewicza 29/16 25-007 Kielce 361608650			
<b>3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</b>			
Marek Szymczyk <i>Audytor energetyczny</i> <i>Marek Szymczyk</i> nr upr. 2744291			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
<b>5. Miejscowość: Kielce</b>		<b>Data wykonania opracowania</b>	czerwiec 2018
<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	2	2
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	5581,34	5581,34
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	2698,63	2698,63
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	1806,26	1806,26
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	300,00	300,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik AV [1/m]	0,48	0,48
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	1,35	0,19
2.2.2.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	2,47	2,47
2.2.3.	Okna, drzwi balkonowe	1,30	0,90
2.2.4.	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,00	1,30
2.2.5.	Stropy wewnętrzne	2,15	0,15
2.2.6.	Ściany na gruncie	1,41	0,19
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,920	0,920
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,800	1,000
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,890
2.3.4.	Sprawność akumulacji	0,930	0,930
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	0,850
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	0,980
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,650	3,200
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,500	0,700
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000

2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,800	0,850
<b>2.5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	6697,60	6697,61
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,20	1,20
<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]	233,40	115,88
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	24,22	19,37
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1382,74	325,39
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2623,55	355,95
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	210,37	22,98
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)]	212,65	50,04
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)]	403,47	54,74
<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]	67,15	67,15
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 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej *** [zł/m <sup>3</sup> ]	169,11	169,11
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 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej	4,97	0,92

	[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
<b>2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowane koszty całkowite termomodernizacji [zł]		Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	86,63
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		Roczne oszczędności kosztów energii elektrycznej	
Planowane koszty modernizacji instalacji elektrycznej			

\* 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 "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm.
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
7. Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. 2012 poz. 962)

#### 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 - Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatuty 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 siecią.

## A. Audyt energetyczny

### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

#### 4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	8258,45 m <sup>3</sup>
Kubatura ogrzewania	-	5581,34 m <sup>3</sup>
Powierzchnia netto budynku	-	2698,63 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	1,35	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Okna	1,30	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Drzwi/bramy	3,00	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Stropy wewnętrzne	2,15	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Podłogi na gruncie	2,47	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Ściany na gruncie	1,41	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	67,15 zł/GJ	67,15 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
<b>Ceny ciepła - c.w.u.</b>	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Oplata za 1 GJ	67,15 zł/GJ	67,15 zł/GJ
Oplata 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

Wytwarzanie	Kotły gazowe kondensacyjne (70/55oC) o mocy nominalnej powyżej 50 do 120 kW Paliwo - gaz ziemny	$\eta_{H,g} = 0,920$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z nieizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,800$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacja ciepła	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55 oC wewnątrz osłony termicznej budynku	$\eta_{H,s} = 0,930$
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 $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,527
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: 25%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW

#### 4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Wytwarzanie ciepła	Kotły stałotemperaturowe dwufunkcyjne (ogrzewanie i ciepłej wody użytkowej)	$\eta_{W,g} = 0,650$
Przesył ciepłej wody	Liczba punktów poboru ciepłej wody powyżej 30 do 100	$\eta_{W,d} = 0,500$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995-2000	$\eta_{W,s} = 0,800$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,260
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW

#### 4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna
-------------------	-------------------------

Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanaly grawitacyjne
Strumień powietrza wentylacyjnego	6697,60
Krotność wymian powietrza	1,20

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 wewnętrzny	Zaleca się modernizację przegrody
Podłoga na gruncie	nie dotyczy
Ściana na gruncie	Zaleca się modernizację przegrody
Okno zewnętrzne OZ	Zaleca się modernizację przegrody
Drzwi zewnętrzne DZ	Zaleca się modernizację przegrody
System grzewczy	Zaleca się modernizację instalacji centralnego ogrzewania
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Zaleca się modernizację instalacji cwu

### 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 Strop wewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, PANELROCK F, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	803,13m <sup>2</sup>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	803,13m <sup>2</sup>	
Stopniodni: 5550,00 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -5,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15	67,15
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	—	23	25
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	2,151	0,146	0,135
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	0,46	6,85	7,41

Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	( $m^2K/W$ )	—	6,39	6,94	7,50
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	828,49	56,19	51,98	48,35
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0432	0,0029	0,0027	0,0025
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	—	51859,96	52142,88	52386,33
Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$	zł/ $m^2$	—			
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	—			
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	—	1,81	1,82	1,83

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego:

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 1,81 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 23 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

## 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

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 $A_s$ :	1126,80m <sup>2</sup>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	1264,04m <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	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15	67,15	
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m·c)	0,00	0,00	0,00	
Inne koszty, abonament $A_b$	zł/m·c	0,00	0,00	0,00	
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	—	16	17	18
Współczynnik przenikania ciepła U	W/( $m^2K$ )	1,346	0,193	0,183	0,174
Opór cieplny R	( $m^2K/W$ )	0,74	5,19	5,47	5,74
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	( $m^2K/W$ )	—	4,44	4,72	5,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	502,32	71,96	68,30	65,00
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0606	0,0087	0,0082	0,0078
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	—			
Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$	zł/ $m^2$	—			
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	—			



		4	7	1	
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	—	10,43	10,50	10,53

<p><b>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1</b></p> <p><b>Charakterystyka wariantu optymalnego:</b>                  Koszt realizacji wariantu optymalnego:                  Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 10,43 lat                  Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm</p> <p><b>Informacje uzupełniające:</b>                  Wybrano wariant o najniższym SPBT</p>
--

## 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

<b>Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie</b>		
<b>Modernizacja przegrody Ściana na gruncie</b>		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyty polistyrenu ekstrudowanego, $\lambda = 0,036 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$ ;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	248,29m <sup>2</sup>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	248,29m <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	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15	67,15
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	—	16	17
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,409	0,194	0,184
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	0,71	5,15	5,43
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W	—	4,44	4,72
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	115,91	15,96	15,14
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0140	0,0019	0,0018
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	—		
Cena jednostkowa usprawnienia $K_f$	zł/m <sup>2</sup>	—		
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	—		
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	—	12,06	12,08

<p><b>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1</b></p> <p><b>Charakterystyka wariantu optymalnego:</b>                  Koszt realizacji wariantu optymalnego:</p>
---

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 12,06 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

## 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 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 6464,35 m<sup>3</sup>/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 251,22m<sup>2</sup>

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 251,22m<sup>2</sup>

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 251,22m<sup>2</sup>

Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna ( a > 4 )

Stopniodni: 3834,50 dzień•K/rok    θi = 20,00 °C    θe = -20,00 °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	67,15	67,15	67,15
Oplata 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 <sub>m</sub>		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c <sub>r</sub>		1,20	0,85	0,85
Współczynnik a		—	—	—
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,300	0,900	0,700
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	583,66	411,69	395,04
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,1317	0,0970	0,0949
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	—		
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	—		
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	—		
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	—		
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	—	11,96	12,86

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego:

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 11,96 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

$U = 0,90$

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

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

Modernizacja przegrody DZ 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 233,26 m<sup>3</sup>/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 9,07m<sup>2</sup>

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 9,07m<sup>2</sup>

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 9,07m<sup>2</sup>

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia  $c_r = 1,2$ ,  $c_w = 1,00$

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

Stopniodni: 3834,50 dzień·K/rok  $\theta_i = 20,00$  °C  $\theta_e = -20,00$  °C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			W1	W2
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	67,15	67,15	67,15
Oplata 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)	3,000	1,300	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	26,17	18,20	17,60
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0054	0,0036	0,0036
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	---		
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	---		
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---		
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---		
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	44,47	49,73

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego:

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 44,47 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30
Informacje uzupełniające: Wybrano wariant o najniższym 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 cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Ciepło właściwe wody $c_w$	[kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody $\rho_w$	[kg/m <sup>3</sup> ]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody $\theta_w$	[°C]	55	55
Temperatura zimnej wody $\theta_o$	[°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny $k_R$	[-]	0,55	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	1806,26	1806,26
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. $V_{wI}$	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·doba)]	0,80	0,64
Czas użytkowania $\tau$	[h]	10,00	10,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności $N_h$	[-]	3,20	3,20
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,65	3,20
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	0,50	0,70
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	0,80	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła $Q_{cw}$	[GJ/rok]	210,37	22,98
Max moc cieplna $q_{cwu}$	[kW]	24,22	19,37

#### 6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Oplata za 1 GJ	[zł/GJ]	67,15	67,15
Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	[zł/a]	---	12582,89
Koszt modernizacji $N_u$	[zł]	---	---
SPBT	[lat]	---	4,34

#### 6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż nowego źródła ciepła	
Montaż nowej instalacji cwu	

Montaż perlatorów	
Montaż nowego zasobnika cwu	
---	
<b>Suma:</b>	

#### 6.3.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u.

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$	Wymiana źródła ciepła
Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$	Wymiana instalacji cwu
Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$	Montaż nowego zasobnika cwu

#### 6.4. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

##### 6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

		Stan istniejący	Wariant 1
Oplata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	67,15	67,15
Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową	[GJ]	1382,74	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,2334	
Sprawność systemu grzewczego		0,527	0,761
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	[zł/a]	---	74600,08
Koszt modernizacji	[zł]	---	
SPBT	[lat]	---	2,14

Informacje uzupełniające:

...

##### 6.4.2. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,920
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	1,000
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,890
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	0,930

Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia $w_t$	0,850
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	0,980
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	0,761

\*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

#### 6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Wymiana instalacji co z montażem zaworów podpiwnowych	
Roboty budowlane związane z naprawą tynków i malowaniem po robotach demontażowych i montażowych instalacji c.o.	
Montaż grzejników z zaworami termostatycznymi	
Montaż automatyki pogodowej	
<b>Suma:</b>	

#### 6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$	bez zmian
Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania
Ulepszenie sprawności regulacji $\eta_e$	Montaż nowych grzejników z zaworami termostatycznymi
Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$	bez zmian
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu $w_t$ i $w_d$	Montaż automatyki pogodowej

### 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 Strop wewnętrzny		1,81
2.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej		4,34
3.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		10,43
4.	Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'		11,96
5.	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie		12,06
6.	Modernizacja przegrody DZ 'Wentylacja grawitacyjna'		44,47

	Modernizacja systemu grzewczego		2,14
--	---------------------------------	--	------

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	
4	Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	
6	Modernizacja przegrody DZ 'Wentylacja grawitacyjna'	
7	Modernizacja systemu grzewczego	
Całkowity koszt		

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	
4	Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	
6	Modernizacja systemu grzewczego	
Całkowity koszt		

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	
4	Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'	
5	Modernizacja systemu grzewczego	
Całkowity koszt		

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt

1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	
4	Modernizacja systemu grzewczego	
Całkowity koszt		

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	
3	Modernizacja systemu grzewczego	
Całkowity koszt		

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	
2	Modernizacja systemu grzewczego	
Całkowity koszt		

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	
Całkowity koszt		

### 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. przegród 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	0,2334	1382,74	20,00	1806,26	5581,34	8258,45	5581,34	46,03	0,48



1	0,1159	325,39	20,00	1806,26	5581,34	8258,45	5581,34	27,33	0,48
2	0,1165	330,40	20,00	1806,26	5581,34	8258,45	5581,34	27,33	0,48
3	0,1194	354,66	20,00	1806,26	5581,34	8258,45	5581,34	29,50	0,48
4	0,1235	387,90	20,00	1806,26	5581,34	8258,45	5581,34	29,50	0,48
5	0,1754	843,93	20,00	1806,26	5581,34	8258,45	5581,34	38,81	0,48
6	0,1754	843,93	20,00	1806,26	5581,34	8258,45	5581,34	38,81	0,48
7	0,2334	1382,74	20,00	1806,26	5581,34	8258,45	5581,34	46,03	0,48

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

Wariant	$Q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	$\Delta O$	% $\Delta O$
	$q_{h0,1co}$	$q_{0,1cwu}$							
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
	MW	MW							
0	1382,74 0,2334	210,37 0,0242	0,53	1,00	1,00	2833,92		---	---
1	325,39 0,1159	22,98 0,0194	0,76	0,85	0,98	378,93			86,63
2	330,40 0,1165	22,98 0,0194	0,76	0,85	0,98	384,41			86,44
3	354,66 0,1194	22,98 0,0194	0,76	0,85	0,98	410,95			85,50
4	387,90 0,1235	22,98 0,0194	0,76	0,85	0,98	447,31			84,22
5	843,93 0,1754	22,98 0,0194	0,76	0,85	0,98	946,17			66,61
6	843,93 0,1754	210,37 0,0242	0,76	0,85	0,98	1133,56			60,00
7	1382,74 0,2334	210,37 0,0242	0,76	0,85	0,98	1722,97			39,20

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

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O$	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
					20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczęd

							ności kosztów energii
1		164852,26	86,63%	35,00%	65,00%		329704,53
2		164484,43	86,44%	36,01%	63,99%		328968,86
3		162702,14	85,50%	39,91%	60,09%		325404,29
4		160260,83	84,22%	48,96%	51,04%		320521,66
5		126761,94	66,61%	96,91%	3,09%		253523,88
6		114179,05	60,00%	100,00%	0,00%		228358,09
7		74600,08	39,20%	100,00%	0,00%		149200,16

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1 gdyż:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 25%

#### 7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity ---
- roczne oszczędności kosztów energii --- 164852,26 zł tj. 86,63 %

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

P1  
 Usprawnienie: Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 23 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: PANELROCK F

Uwagi:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

Uwagi:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana na gruncie**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyty polistyrenu ekstrudowanego

Uwagi:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki:  $0,900 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ( $a < 0,3$ )

Uwagi:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki:  $1,300 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna ( $0,5 < a < 1$ )

Uwagi:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Montaż nowego źródła ciepła
2. Montaż nowej instalacji cwu
3. Montaż perlatorów
4. Montaż nowego zasobnika cwu

Uwagi:

...

C.O.

Usprawienie: modernizacja instalacji grzewczej

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Wymiana instalacji co z montażem zaworów podpińowych
2. Roboty budowlane związane z naprawą tynków i malowaniem po robotach demontażowych i montażowych instalacji c.o.
3. Montaż grzejników z zaworami termostatycznymi
4. Montaż automatyki pogodowej

Uwagi:

...

## B. Audyt efektywności energetycznej

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

#### 9.1. Oświetlenie

Według inwentaryzacji w budynku zainstalowano oprawy o sumarycznej mocy 15792,00W. Po modernizacji projektuje się wykorzystanie oświetlenia energooszczędnego np. led o łącznej mocy dla opraw wewnętrznych 7434,00W.

Obliczenie efektywności energetycznej (obliczenie ilości energii zaoszczędzonej)

$$\Delta Q_0 = T_u \times (M_0 - M_1) / 1000 \text{ [kWh/rok]}$$

$$T_u - 1800,00 \text{ [h/rok]}$$

$$M_0 - 15792,00 \text{ W}$$

$$M_1 - 7434,00 \text{ W}$$

$$\Delta Q_0 = 1800 \times (15792,00 - 7434,00) / 1000 = 15044,4 \text{ kWh/rok}$$

Obliczenie sumarycznej efektywności energetycznej w stosunku do całkowitego zużycia energii na oświetlenie w budynku.

- Obliczeniowe zużycie energii na oświetlenie w budynku - 28425,60 kWh/rok
- Oszczędność zużycia energii w wyniku modernizacji oświetlenia - 15044,40 kWh/rok

$$(15044,40 / 28425,60) \times 100\% = 52,93\%$$

Oszczędność energii zużywanej rocznie po modernizacji oświetlenia wyniesie 2,93%.

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

Zakładamy że w budynku zostaną zainstalowane panele fotowoltaiczne o mocy 30kW. W tabeli wyliczono ilość energii uzyskanej w ujęciu miesięcznym i rocznym.

MOC	30	[kW]
-----	----	------

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	26,4	816	1,02	31,6	816 000	0,816	816
Luty	41,1	1146	1,63	45,5	1 146 000	1,146	1 146
Marzec	83,7	2592	3,41	106	2 592 000	2,592	2 592
Kwiecień	115,8	3480	4,95	149	3 480 000	3,48	3 480
Maj	122,7	3810	5,47	169	3 810 000	3,81	3 810
Czerwiec	123	3690	5,54	166	3 690 000	3,69	3 690
Lipiec	114,6	3540	5,22	162	3 540 000	3,54	3 540
Sierpień	112,2	3480	5,03	156	3 480 000	3,48	3 480
Wrzesień	89,4	2679	3,86	116	2 679 000	2,679	2 679
Październik	57,6	1782	2,41	74,6	1 782 000	1,782	1 782
Listopad	28,2	849	1,13	34	849 000	0,849	849
Grudzień	21,3	663	0,84	26	663 000	0,663	663
Razem na rok		28530		1240	28 527 000	28,527	28 527
Średnia roczna	78,3	2379	3,39	103	2 377 250	2,37725	

$E_d$ : 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 30kW wyprodukuje ok. 28 52700 kWh energii elektrycznej na rok. Szacuje się że 94,79% energii wykorzystywanej w obiekcie będzie pokryte z fotowoltaiki. W obliczeniach uwzględniono średnie miesięczne zużycie energii elektrycznej obecnie oraz oszczędności zużycia energii w wyniku modernizacji oświetlenia. W obliczeniach uwzględniono półroczne bilansowanie energii elektrycznej dzięki czemu możliwe będzie bardziej racjonalne wykorzystanie ilości energii wyprodukowanej z paneli fotowoltaicznych. W poniższej tabeli przedstawiono obliczenia efektywności energetycznej przedsięwzięcia.

Miesiąc	Zużycie energii w kWh	Oszczędność energii kWh	Zużycie energii z uwzględnieniem oszczędności kWh	Uzysk energii kWh	Suma zużycia 6 m-c kWh	Suma uzysku 6m-c kWh
Styczeń	2207,00	735,57	1 471,43	816,00	17 148	15 534
Luty	4414,00	1471,14	2 942,86	1 146,00		
Marzec	4667,00	1555,47	3 111,53	2 592,00		
Kwiecień	4920,00	1639,79	3 280,21	3 480,00		
Maj	4811,00	1603,46	3 207,54	3 810,00		
Czerwiec	4702,00	1567,13	3 134,87	3 690,00		
Lipiec	2742,50	914,05	1 828,45	3 540,00	12 946	12 993
Sierpień	1283,00	427,61	855,39	3 480,00		
Wrzesień	3671,00	1223,51	2 447,49	2 679,00		
Październik	3200,50	1066,70	2 133,80	1 782,00		
Listopad	3207,50	1069,03	2 138,47	849,00		
Grudzień	5313,50	1770,94	3 542,56	663,00		
Razem na rok	45 139,00	15044,4			30 095	28 527
Efektywność energetyczna całkowita					28 527	96,53%
Wskaźnik wykorzystania odnawialnych źródeł energii						94,79%

Wskaźnik wykorzystania energii odnawialnej w stosunku do zapotrzebowania na energię elektryczną po realizacji projektu wynosi 96,53%

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

W koszcie instalacji fotowoltaicznej uwzględniono koszt opomiarowania instalacji.

Koszt wykonania instalacji o mocy 30kW

Koszt modernizacji oświetlenia

Prosty okres zwrotu inwestycji

$$SPBT = Ki/Ro$$

Gdzie:

Ki – koszt inwestycji [zł]

Ro – roczne oszczędności [zł]

Ro =

$$SPBT = \quad \quad \quad = 29,45lat$$

## RAPORT EFEKTU EKOLOGICZNEGO



research health ecology Sp. z o.o.

NAZWA OBIEKTU: Szkoła Podstawowa nr 1

ADRES: ul. 1 Maja, 18

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 26-220, Stąporków

NAZWA INWESTORA: Gmina Stąporków

ADRES: ul. Piłsudskiego, 132A

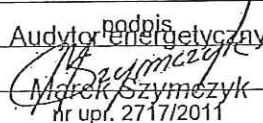
KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 26-220, Stąporków

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 energetyczny
	Marek Szymczyk	2717/2012	 Marek Szymczyk nr upr. 2717/2011

Kielce, czerwiec 2018

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  $A_z=999,18 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze  $A_r=1806,26 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto  $A=2698,63 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku  $V=8258,45 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 2

## 3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny

Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

Modernizacja przegrody OZ 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody Ściana na gruncie

Modernizacja przegrody DZ 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja systemu grzewczego

## 4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

### 4.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{KH}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	0,53	9,97	kWh/m <sup>3</sup>	728769,8	73096,3	m <sup>3</sup> /rok

### 4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{KH}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	0,76	9,97	kWh/m <sup>3</sup>	98875,0	9917,3	m <sup>3</sup> /rok

## 5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

### 5.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{w,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{k,w}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	0,26	9,97	kWh/m <sup>3</sup>	58435,5	5861,1	m <sup>3</sup> /rok

### 5.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{w,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{k,w}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	1,90	1,00	kWh/kWh	6383,7	6383,7	kWh/rok

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

### 6.1. Przed modernizacją

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYL	SADZA	B-a-P
Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6·m <sup>3</sup>	0,000080	1520,000 000	300,0000 00	2000000, 000000	0,050000	0,000000	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYL	SADZA	B-a-P
Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6·m <sup>3</sup>	0,000080	1520,000 000	300,0000 00	2000000, 000000	0,050000	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>	PYL	SADZA	B-a-P
Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6·m <sup>3</sup>	0,000080	1520,000 000	300,0000 00	2000000, 000000	0,050000	0,000000	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYL	SADZA	B-a-P
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia	kg/kWh	0,000000	0,000954	0,000234	0,798000	0,000000	0,000000	0,000000

elektryczna								
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--

## 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>	PYL	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0000	111,1054	21,9287	146191,3518	0,0037	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	8,9089	1,7583	11722,2595	0,0003	0,0000	0,0000
<b>Gałkowiata 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>PYL</b>	<b>SADZA</b>	<b>B-a-P</b>
	kg/rok	0,0000	120,0143	23,6870	157913,6113	0,0040	0,0000	0,0000

### 7.2. Po modernizacji

System	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYL	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0000	15,0742	2,9752	19834,5035	0,005	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	6,0901	1,4938	5094,1975	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Gałkowiata 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>PYL</b>	<b>SADZA</b>	<b>B-a-P</b>
	kg/rok	0,0000	21,1643	4,4690	24928,7010	0,0005	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>	0,000006	0,000001	0,000005	86,43
NO <sub>x</sub>	120,0143	21,1643	98,8500	82,37
CO	23,6870	4,4690	19,2180	81,13
CO <sub>2</sub>	157913,6113	24928,7010	132984,9103	84,21
PYL	0,0040	0,0005	0,0035	87,46

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 na: 45 139,00 kWh/rok  
Oszczędność energii w wyniku modernizacji oświetlenia 15 044,40 kWh/rok  
Ilość wykorzystanej energii z fotowoltaiki 28 527,00 kWh/rok

Zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery w ilości 34,77 T/rok  
(28 527,00 + 15 044,40) kWh \* 0,798 kg/kWh = 34 769,98 kg/rok

Procentowe zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery 96,53%  
 $34769,98 / 36020,92 = 96,53\%$

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

Obliczenie emisji pyłów PM10 i PM2,5 przed realizacją:

Dla kotłów gazowych przyjmuje się wskaźnik emisji na poziomie 0,5g/GJ

Zapotrzebowanie na ciepło przed realizacją projektu - 2 833,92 GJ/rok

$2833,92 \times 0,5 = 1416,96 \text{ g} = 1,417 \text{ kg}$

Obliczenie emisji pyłów PM10 i PM2,5 po realizacji:

Dla kotłów gazowych przyjmuje się wskaźnik emisji na poziomie 0,5g/GJ

Zapotrzebowanie na ciepło przed realizacją projektu - 355,95 GJ/rok

$355,95 \times 0,5 = 177,975 \text{ g} = 0,178 \text{ kg}$

Obliczenie ilości zmniejszenia emisji PM2,5 i PM10 w masie i w ujęciu procentowym

$1,417 - 0,178 = 1,239 \text{ kg}$

$(1,239/1,417) \times 100\% = 87,44\%$

W obliczeniach pominięto zużycie energii elektrycznej sieciowej gdyż wskaźnik produkcji PM10 i PM2,5 dla energii elektrycznej jest równy 0.

### 9.3. Sumaryczny efekt ekologiczny

Ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> w wyniku termomodernizacji - 132,98 T/rok  
Ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> w wyniku modernizacji instalacji elektrycznej - 34,77 T/rok

Sumaryczny efekt ekologiczny – ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> - 167,75 T/rok