

Audyt Energetyczny/Audyt Efektywności Energetycznej



Sp. z o.o.

NAZWA OBIEKTU: Szkoła podstawowa i gimnazjum

ADRES: ul. Piłsudskiego 114

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 26-220 Stąporków

NAZWA INWESTORA: Gmina Stąporków

ADRES: ul. Piłsudskiego 132A

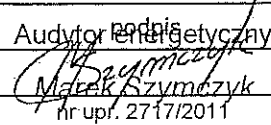
KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 26-220 Stąporków

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	Audyt Energetyczny
	Marek Szymczyk	2717/2011	 nr upr. 2717/2011
Kielce, marzec 2018			

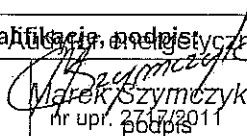
GMINA STĄPORKÓW
ul. Marszałka Józefa Piłsudskiego 132A
26-220 STĄPORKÓW
tel. 26 220 20 00, fax 26 220 20 00

GMINA STĄPORKÓW
ul. Marszałka Józefa Piłsudskiego 132A
26-220 STĄPORKÓW
tel. 26 220 20 00, fax 26 220 20 00

* zgodność z oryginałem

od str. 34

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
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. Piłsudskiego 114 26-220 Stąporków ŚWIĘTOKRZYSKIE	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Res Lab sp. z o.o. ul. Sienkiewicza 29/16 25-007 Kielce 361608650			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
Marek Szymczyk		 Marek Szymczyk nr upr. 27172011 podpis	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Kielce		Data wykonania opracowania	marzec 2018
6. Spis treści			
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	3	3
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	29541,45	29541,45
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	6815,59	6815,59
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	6815,59	6815,59
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 A/V [1/m]	0,37	0,37
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	...	...
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² ·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	0,30; 1,45; 0,26	0,30; 0,19; 0,15
2.2.2.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,39; 0,39; 2,70; 2,70; 0,32	0,39; 0,39; 2,70; 2,70; 0,32
2.2.3.	Okna, drzwi balkonowe	1,00; 1,40	1,00; 0,90
2.2.4.	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,30; 2,40	1,30; 1,30
2.2.5.	Stropy zewnętrzne	0,36; 0,16; 0,25; 0,21; 1,74	0,36; 0,16; 0,14; 0,21; 0,15
2.2.6.	Ściany na gruncie	0,53; 1,58	0,53; 0,21
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	0,960
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	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	0,650	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
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanaly grawitacyjne	stolarka/kanaly grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	41576,90	41576,90
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,41	1,41
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	756,68	661,42
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	91,38	73,11
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2185,82	1435,30
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3454,68	1635,52
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	793,78	86,72
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 ² rok)]	89,09	58,50
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	140,80	66,66
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
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 ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	0,00	0,00
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 ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² ·m-c)]	0,00	0,00
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			
Planowane koszty całkowite termomodernizacji [zł]		Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	59,46
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		Roczne oszczędności kosztów energii elektrycznej	31626,99
Planowane koszty modernizacji instalacji elektrycznej			

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

** Uo_{ze} [%] 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 listopada 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 - 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 siecią.

A. Audyt energetyczny

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	29541,45 m ³
Kubatura ogrzewania	-	29541,45 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	6815,59 m ²

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	0,30; 1,45; 0,26	W/(m ² ·K)
Okna	1,00; 1,40	W/(m ² ·K)
Drzwi/bramy	1,30; 2,40	W/(m ² ·K)
Stropy zewnętrzne	0,36; 0,16; 0,25; 0,21; 1,74	W/(m ² ·K)
Podłogi na gruncie	0,39; 0,39; 2,70; 2,70; 0,32	W/(m ² ·K)
Ściany na gruncie	0,53; 1,58	W/(m ² ·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
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	67,15 zł/GJ	67,15 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		
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: 5 dni	$w_t = 0,850$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 4 godziny	$w_d = 0,980$
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	41576,90
Krotność wymian powietrza	1,41

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 zewnętrzny	nie dotyczy
Podłoga na gruncie	nie dotyczy
Podłoga na gruncie	nie dotyczy
Ściana na gruncie	nie dotyczy
Ściana zewnętrzna	Zaleca się modernizację termiczną przegrody
Strop zewnętrzny	Przegroda zmodernizowana termicznie w ostatnim czasie. Ponowna modernizacja jest nieuzasadniona ekonomicznie
Ściana na gruncie	Zaleca się modernizację termiczną przegrody
Podłoga na gruncie	nie dotyczy
Podłoga na gruncie	nie dotyczy
Ściana zewnętrzna	Zaleca się modernizację termiczną przegrody
Podłoga na gruncie	nie dotyczy
Strop zewnętrzny	Zaleca się modernizację termiczną przegrody
Strop zewnętrzny	Modernizacja przegrody ekonomicznie nieopłacalna. Przegroda w stanie termicznym bardzo dobrym.
Strop zewnętrzny	Zaleca się modernizację termiczną przegrody
Okno zewnętrzne OZ sp i h	nie dotyczy
Drzwi zewnętrzne DZ sp i h	nie dotyczy
Okno zewnętrzne OZ gim	Zaleca się wymianę stolarki okiennej
Drzwi zewnętrzne DZ gim	Zaleca się wymianę stolarki drzwiowej
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 zewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 200-036 DACH, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	115,00m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	115,00m ²	
Stopniodni: 3596,96 dzień·K/rok	$t_{wo} = 19,50$ °C	$t_{ze} = -20,00$ °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 Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	22	23	24
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² ·K)	1,736	0,150	0,144
Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,58	6,69	6,96
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W	—	6,11	6,39
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	62,04	5,34	5,13
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0079	0,0007	0,0007
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	—		
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	—		
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	—		
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	—	4,44	4,46

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego:

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 4,44 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 22 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·K)];

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	1252,08m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	1252,08m ²	
Stopniodni: 3596,96 dzień•K/rok	$t_{wo} = 19,50\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{zo} = -20,00\text{ }^{\circ}\text{C}$

		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	67,15
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	16	17	18
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	1,454	0,195	0,185	0,176
Opór cieplny R	(m²K)/W	0,69	5,13	5,41	5,69
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	--	4,44	4,72	5,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	565,66	75,82	71,92	68,41
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0719	0,0096	0,0091	0,0087
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---			
Cena jednostkowa usprawnienia K _i	zł/m²	---			
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---			
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---			

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego:

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 10,81 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 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 na gruncie		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyty polistyrenu ekstrudowanego, $\lambda = 0,036\text{ [W/(m•K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	223,56m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	223,56m ²	
Stopniodni: 3596,96 dzień•K/rok	$t_{wo} = 19,50\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{zo} = -20,00\text{ }^{\circ}\text{C}$

	Stan	Wariant numer
--	------	---------------

		istniejący	Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	Wariant 1.4
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15	67,15	67,15	67,15	67,15
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	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
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	13	14	15	16	17
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	1,575	0,236	0,221	0,208	0,197	0,187
Opór cieplny R	(m²K)/W	0,63	4,25	4,52	4,80	5,08	5,36
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	3,61	3,89	4,17	4,44	4,72
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	109,43	16,36	15,36	14,47	13,68	12,97
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0139	0,0021	0,0020	0,0018	0,0017	0,0016
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---					
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m²	---					
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---					
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---					

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego:

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 15,46 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 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 Strop zewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 200-036 DACH, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	716,62m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	716,62m ²	
Stopniodni: 3596,96 dzień·K/rok	t _{wo} = 18,00 °C	t _{zo} = -20,00 °C

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15	67,15	67,15
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	3	6	9	12

Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,252	0,147	0,131	0,118	0,107
Opór cieplny R	(m ² K)/W	3,97	6,80	7,64	8,47	9,30
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m ² K)/W	—	2,83	3,67	4,50	5,33
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	56,07	46,35	39,50	34,41	30,49
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0069	0,0057	0,0048	0,0042	0,0037
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	—	—	—	—	—
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m ²	—	—	—	—	—
Koszty realizacji usprawnienia N _k	zł	—	—	—	—	—
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	—	—	—	—	—

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 38,00 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant 1.3 gdyż wybór wariantu o najniższym SPBT jest niemożliwy ze względu na to że przegroda jest już docieplona.

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, $\lambda = 0,036 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :		1332,55m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :		1332,55m ²	
Stopniodni: 3596,96 dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$	

		Stan istniejący	Wariant numer					
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	Wariant 1.4	Wariant 1.5
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	67,15	67,15	67,15	67,15	67,15	67,15	67,15
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	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
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	5	6	7	8	9	10
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,260	0,191	0,181	0,173	0,165	0,157	0,151
Opór cieplny R	(m²K)/W	3,85	5,24	5,52	5,80	6,07	6,35	6,63
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	—	1,39	1,67	1,94	2,22	2,50	2,78
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	107,50	79,01	75,04	71,44	68,17	65,19	62,46
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0131	0,0097	0,0092	0,0087	0,0083	0,0080	0,0076
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---						

Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.5

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: :

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 96,84 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant 1.5 gdyż wybór wariantu o najniższym SPBT jest niemożliwy ze względu na to że ściany budynku są już docieplone.

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 gim 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V : 10592,85 m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 703,14m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 703,14m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 703,14m²

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

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

Stopniodni: 3723,50 dzień•K/rok $\theta_i = 19,50$ °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	0,85	0,85
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,400	0,900	0,700
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1290,30	893,22	847,98
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,2309	0,1673	0,1617
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---		
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---		
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---		
Koszt realizacji modernizacji	zł	---		

wentylacji Nw				
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	—	14,09	14,98

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: *

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 14,09 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 gim 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 145,15 m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 9,64m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 9,64m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 9,64m²

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

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

Stopniodni: 3723,50 dzień·K/rok $\theta_i = 19,50$ °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 ² ·K)	2,400	1,300	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	20,78	15,15	14,53
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0035	0,0024	0,0024
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---		
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---		
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---		
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---		
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---		

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1 Charakterystyka wariantu optymalnego: Koszt realizacji wariantu optymalnego: Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 66,84 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 ρ_w [kg/m ³]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w [°C]	55	55
Temperatura zimnej wody θ_o [°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny k_R [-]	0,55	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f [m ²]	6815,59	6815,59
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{w1} [dm ³ /(m ² ·dobę)]	0,80	0,64
Czas użytkowania τ [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]	793,78	86,72
Max moc cieplna q_{cwu} [kW]	91,38	73,11

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

	Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	67,15	67,15
Opłata 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 ΔO [zł/a]	---	

Koszt modernizacji Nu	[zł]	---	
SPBT	[lat]	---	

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	
Roboty budowlane towarzyszące	
Montaż zasobnika cwu	
---	---
Suma:	

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Wymiana źródła ciepła
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Wymiana instalacji cwu
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Montaż 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
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	67,15	67,15
Opłata 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]	2185,82	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,7567	
Sprawność systemu grzewczego		0,527	0,731
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	
Koszt modernizacji	[zł]	---	
SPBT	[lat]	---	

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 $\eta_{H,d}$	0,960
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 $\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	0,731

*) - 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 podpionowych	
Roboty budowlane towarzyszące	
Montaż grzejników z zaworami termostatycznymi	
Suma:	

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	bez zmian
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Montaż nowych grzejników z zaworami termostatycznymi
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	bez zmian
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	bez zmian

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 systemu ciepłej wody użytkowej		4,02
2.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny		4,44
3.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		10,81

4.	Modernizacja przegrody OZ gim 'Wentylacja grawitacyjna'	14,09
5.	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	15,46
6.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	38,00
7.	Modernizacja przegrody DZ gim 'Wentylacja grawitacyjna'	66,84
8.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	96,84
	Modernizacja systemu grzewczego	6,68

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

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

Wariant 3

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

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

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

Wariant 6	
	Usprawnienie
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna
4	Modernizacja systemu grzewczego

Całkowity koszt	
-----------------	--

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	
3	Modernizacja systemu grzewczego	
Całkowity koszt		

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	
2	Modernizacja systemu grzewczego	
Całkowity koszt		

Wariant 9		
	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	wskaznik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej ΔT
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,7567	2185,82	18,93	6815,59	29541,45	29541,45	29541,45	28,61	0,37
1	0,6614	1435,30	18,93	6815,59	29541,45	29541,45	29541,45	25,56	0,37
2	0,6669	1479,07	18,93	6815,59	29541,45	29541,45	29541,45	25,75	0,37
3	0,6673	1482,28	18,93	6815,59	29541,45	29541,45	29541,45	25,75	0,37
4	0,6705	1507,23	18,93	6815,59	29541,45	29541,45	29541,45	25,85	0,37

5	0,6733	1528,66	18,93	6815,59	29541,45	29541,45	29541,45	26,26	0,37
6	0,6872	1636,04	18,93	6815,59	29541,45	29541,45	29541,45	26,26	0,37
7	0,7495	2127,93	18,93	6815,59	29541,45	29541,45	29541,45	28,37	0,37
8	0,7567	2185,82	18,93	6815,59	29541,45	29541,45	29541,45	28,61	0,37
9	0,7567	2185,82	18,93	6815,59	29541,45	29541,45	29541,45	28,61	0,37

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{l0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
-	MW	MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	2185,82 0,7567	793,78 0,0914	0,53	0,85	0,98	4248,46		---	---
1	1435,30 0,6614	86,72 0,0731	0,73	0,85	0,98	1722,23			59,46
2	1479,07 0,6669	86,72 0,0731	0,73	0,85	0,98	1772,11			58,29
3	1482,28 0,6673	86,72 0,0731	0,73	0,85	0,98	1775,77			58,20
4	1507,23 0,6705	86,72 0,0731	0,73	0,85	0,98	1804,20			57,53
5	1528,66 0,6733	86,72 0,0731	0,73	0,85	0,98	1828,62			56,96
6	1636,04 0,6872	86,72 0,0731	0,73	0,85	0,98	1950,98			54,08
7	2127,93 0,7495	86,72 0,0731	0,73	0,85	0,98	2511,49			40,88
8	2185,82 0,7567	86,72 0,0731	0,73	0,85	0,98	2577,45			39,33
9	2185,82 0,7567	793,78 0,0914	0,73	0,85	0,98	3284,51			22,69

- roczne oszczędności kosztów energii --- 169635,88 zł tj. 59,46 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 22 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 200-036 DACH

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: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyty polistyrenu ekstrudowanego

Uwagi:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

P4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 200-036 DACH

Uwagi:

Wybrano wariant 1.3 gdyż wybór wariantu o najniższym SPBT jest niemożliwy ze względu na to że przegroda jest już docieplona.

P5

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 10 cm

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

Uwagi:

Wybrano wariant 1.5 gdyż wybór wariantu o najniższym SPBT jest niemożliwy ze względu na to że ściany budynku są już docieplone.

O1

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

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 0,900 W/(m²·K)

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

Uwagi:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

O2

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

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

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. Roboty budowlane towarzyszące
5. Montaż zasobnika cwu

Uwagi:

...

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Wymiana instalacji co z montażem zaworów podpiłowniczych
2. Roboty budowlane towarzyszące
3. Montaż grzejników z zaworami termostatycznymi

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 64 902,00W. Po modernizacji projektuje się wykorzystanie oświetlenia energooszczędnego np. led o łącznej mocy dla opraw wewnętrznych 25 445,00W.

Obliczenie efektywności energetycznej (obliczenie ilości energii zaoszczędzonej)

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

$T_u - 1\,800,00$ [h/rok]

$M_0 - 64\,902,00$ W

$M_1 - 25\,445,00$ W

$$\Delta Q_0 = 1800 \times (64\,902,0 - 25\,445,00) / 1000 = 71\,022,60 \text{ kWh/rok}$$

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

- Obliczeniowe zużycie energii na oświetlenie w budynku - 116 823,60 kWh/rok
- Oszczędność zużycia energii w wyniku modernizacji oświetlenia - 71 022,60 kWh/rok

$$(71\,022,60 / 116\,823,60) \times 100\% = 60,79\%$$

Oszczędność energii zużywanej rocznie po modernizacji oświetlenia wyniesie 60,79%.

9.2. Obliczenie ilości wyprodukowanej energii przez instalację

Zakładamy że w budynku zostaną zainstalowane panele fotowoltaiczne o mocy 40kW. W tabeli wyliczono ilość energii uzyskanej w ujęciu miesięcznym i rocznym.

MOC	40 [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	35,2	1088	1,02	31,6	1 088 000	1,088	1 088
Luty	54,8	1528	1,63	45,5	1 528 000	1,528	1 528
Marzec	111,6	3456	3,41	106	3 456 000	3,456	3 456
Kwiecień	154,4	4640	4,95	149	4 640 000	4,64	4 640
Maj	163,6	5080	5,47	169	5 080 000	5,08	5 080
Czerwiec	164	4920	5,54	166	4 920 000	4,92	4 920
Lipiec	152,8	4720	5,22	162	4 720 000	4,72	4 720
Sierpień	149,6	4640	5,03	156	4 640 000	4,64	4 640
Wrzesień	119,2	3572	3,86	116	3 572 000	3,572	3 572
Październik	76,8	2376	2,41	74,6	2 376 000	2,376	2 376
Listopad	37,6	1132	1,13	34	1 132 000	1,132	1 132
Grudzień	28,4	884	0,84	26	884 000	0,884	884

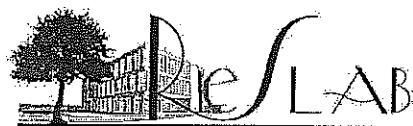
Razem na rok		38040		1240	38 036 000	38,036	38 036
Średnia roczna	104,4	3172	3,39	103	3 169 667	3,16967	

Instalacja o mocy 40kW wyprodukuje ok. 38 036,00 kWh energii elektrycznej na rok. Szacuje się że 90,03% 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	7327,00	4689,31	2 637,69	1 088,00	20 428	20 712
Luty	7327,00	4689,31	2 637,69	1 528,00		
Marzec	14379,00	9202,63	5 176,37	3 456,00		
Kwiecień	14379,00	9202,63	5 176,37	4 640,00		
Maj	6667,00	4266,91	2 400,09	5 080,00		
Czerwiec	6667,00	4266,91	2 400,09	4 920,00		
Lipiec	5019,00	3212,18	1 806,82	4 720,00	19 521	17 324
Sierpień	5019,00	3212,18	1 806,82	4 640,00		
Wrzesień	10010,00	6406,45	3 603,55	3 572,00		
Październik	10010,00	6406,45	3 603,55	2 376,00		
Listopad	12084,00	7733,82	4 350,18	1 132,00		
Grudzień	12084,00	7733,82	4 350,18	884,00		
Razem na rok	110 972,00	71022,6			39 949	38 036
Efektywność energetyczna całkowita					38 036	98,28%
Wskaźnik wykorzystania odnawialnych źródeł energii						95,21%

Wskaźnik wykorzystania energii odnawialnej w stosunku do zapotrzebowania na energię elektryczną po realizacji projektu wynosi 98,28%

RAPORT EFEKTU EKOLOGICZNEGO



research health ecology Sp. z o.o.

NAZWA OBIEKTU: Szkoła Podstawowa i Gimnazjum

ADRES: ul. Piłsudskiego, 114

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 26-220, Stąporków

NAZWA INWESTORA: Gmina Stąporków

ADRES: ul. Piłsudskiego, 132A

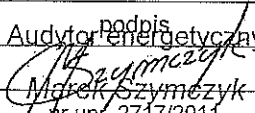
KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 26-220, Stąporków

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

Kielce, 01.03.2018

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 $A_z=3846,31 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r=6815,59 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=6815,59 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku $V=29541,45 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 3

3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej

Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

Modernizacja przegrody OZ gim 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody Ściana na gruncie

Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny

Modernizacja przegrody DZ gim 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna

Modernizacja systemu grzewczego

4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

4.1. Przed modernizacją

Rodzaj paliwa	$\eta_{H, tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	0,53	9,97	kWh/m ³	959633,3	96252,1	m ³ /rok

4.2. Po modernizacji

Rodzaj paliwa	$\eta_{H, tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w	0,73	9,97	kWh/m ³	454311,1	45567,8	m ³ /rok

budynku - Gaz ziemny						
----------------------	--	--	--	--	--	--

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.
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	0,26	9,97	kWh/m ³	220495,5	22115,9	m ³ /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	24087,7	24087,7	kWh/rok

6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii

6.1. Przed modernizacją

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6·m ³	0,000080	1520,000 000	300,0000 00	2000000, 000000	0,050000	0,000000	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6·m ³	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 ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6·m ³	0,000080	1520,000 000	300,0000 00	2000000, 000000	0,050000	0,000000	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P

Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,000000	0,000234	0,000690	0,798000	0,000000	0,000000	0,000000
--	--------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

7. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

7.1. Przed modernizacją

System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYL	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0000	146,3032	28,8756	192504,1792	0,0048	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	33,6162	6,6348	44231,7908	0,0011	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO₂	NO_x	CO	CO₂	PYL	SADZA	B-a-P
	kg/rok	0,0000	179,9194	35,5104	236735,9700	0,0059	0,0000	0,0000

7.2. Po modernizacji

System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYL	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0000	69,2631	13,6703	91135,6291	0,0023	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	22,9797	5,6365	19222,0175	0,0000	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO₂	NO_x	CO	CO₂	PYL	SADZA	B-a-P
	kg/rok	0,0000	92,2428	19,3068	110357,6466	0,0023	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 ₂	0,000008	0,000004	0,000004	52,66
NO _x	179,9194	92,2428	87,6766	48,73
CO	35,5104	19,3068	16,2036	45,63
CO ₂	236735,9700	110357,6466	126378,3234	53,38

PYL	0,0059	0,0023	0,0036	61,47
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: 110 972,00 kWh/rok
Oszczędność energii w wyniku modernizacji oświetlenia 71 022,60 kWh/rok
Ilość wykorzystanej energii z fotowoltaiki 38 036,00 kWh/rok

Zmniejszenie emisji CO₂ do atmosfery w ilości 87,03 T/rok
(38 036,00 + 71 022,60) kWh * 0,798 kg/kWh = 87 028,76 kg/rok

Procentowe zmniejszenie emisji CO₂ do atmosfery 93,35%
87 028,76 / 93 225,23 = 93,35%

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 - 4 248,46 GJ/rok

$4248,46 \times 0,5 = 2124,23 \text{ g} = 2,124 \text{ kg}$

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 - 1 635,52 GJ/rok

$1635,52 \times 0,5 = 817,76 \text{ g} = 0,818 \text{ kg}$

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

$2,124 - 0,818 = 1,306 \text{ kg}$

$(1,306/2,124) \times 100\% = 61,50\%$

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 CO₂ w wyniku termomodernizacji - 126,38 T/rok
Ograniczenie emisji CO₂ w wyniku modernizacji instalacji elektrycznej - 87,03 T/rok

Sumaryczny efekt ekologiczny – ograniczenie emisji CO₂ - 213,41T/rok